

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of:

Masayuki KASHIMA

New U.S. Application

Filed: October 11, 2001

For: OPTICAL PATH SWITCHING
DEVICE

Art Unit: TBA

Examiner: TBA

Atty. Docket No. 32011-175820

Customer No.



26694

PATENT TRADEMARK OFFICE



#2

Claim for Priority Under 37 C.F.R. § 1.55

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

Applicants hereby claim priority of the following application(s) under the provisions
of 35 U.S.C. § 119.

Japanese Application No. 317462/2000, filed October 18, 2000.

Respectfully submitted,

Date: 10/11/2001

James R. Burdett
Registration No. 31,594
VENABLE

P.O. Box 34385
Washington, D.C. 20043-9998

Telephone: (202) 962-4800
Telefax: (202) 962-8300

**PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT**

J1046 U.S. PTO
09/973755
10/11/01

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this office.

Date of Application: October 18, 2000

Application Number: 2000-317462

Applicant(s): Oki Electric Industry Co., Ltd.

Dated March 2, 2001

Commissioner,
Patent Office Kozo Oikawa

Certificate No. 2001-3013949

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

J1046 U.S. PTO
09/973755
10/11/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the, annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日
Date of Application:

2000年10月18日

出願番号
Application Number:

特願2000-317462

出願人
Applicant(s):

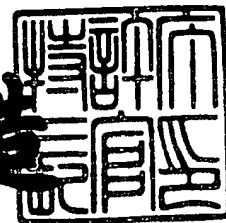
沖電気工業株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年 3月 2日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3013949

【書類名】 特許願

【整理番号】 KN002368

【提出日】 平成12年10月18日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 H04J 14/00

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会
社内

 【氏名】 鹿嶋 正幸

【特許出願人】

 【識別番号】 000000295

 【氏名又は名称】 沖電気工業株式会社

 【代表者】 篠塚 勝正

【代理人】

 【識別番号】 100090620

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 工藤 宣幸

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 013664

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9006358

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光パス交換装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の入力回線から符号で多重させた光符号多重信号が入力され、各光符号多重信号における符号毎の信号を交換して、複数の出力回線へ出力する光パス交換装置において、

各入力回線毎に対応して符号数分ずつ設けられ、その回線中の全ての符号を選択可能な複数の逆拡散器と、

自己と 1 対 1 に対応付けられた逆拡散器で選択された信号が与えられ、その信号に固定割当て符号を付与する複数を拡散器と、

各出力回線毎に設けられ、その出力回線に対応する複数の拡散器からの信号を合波して出力回線に出力する合波器と

を有することを特徴とする光パス交換装置。

【請求項 2】 請求項 1 の光パス交換装置の構成を少なくとも 2 段縦続接続して構成したことを特徴とする光パス交換装置。

【請求項 3】 上記各入力回線から、異なる波長の光符号多重信号を入力されると共に、上記各出力回線に、異なる波長の光符号多重信号を出力させるものであって、最終段の対応する上記逆拡散器及び上記拡散器の接続経路上のそれぞれに、可変出力波長の波長変換器を有することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の光パス交換装置。

【請求項 4】 N 個の入力回線から K 個の符号で多重させた光符号多重信号が入力され、各光符号多重信号における符号毎の信号を交換して、 N 個の出力回線へ出力する光パス交換装置において、

符号選択の状態と遮断の状態とを切替えられる $N \times N \times K$ 個の逆拡散器と、

各入力回線からの N 個の入力光符号多重信号を全ての逆拡散器に分配して供給する信号分配手段と、

いずれかの逆拡散器の出力に固定割当て符号を付与する、出力先の出力回線が定まっている $N \times K$ 個の拡散器と、

各拡散器に対し、入力された光符号多重信号が異なるN個の逆拡散器を、その出力信号を合波するように接続する接続手段と

を有することを特徴とする光パス交換装置。

【請求項5】 上記各入力回線から、異なる波長の光符号多重信号を入力されると共に、上記各出力回線に、異なる波長の光符号多重信号を出力させるものであって、N個の上記逆拡散器及び上記拡散器の接続経路上のそれぞれに、波長変換器を有することを特徴とする請求項4に記載の光パス交換装置。

【請求項6】 請求項3又は5に記載の光パス交換装置と同じ構成を有する光パス交換装置本体と、

入力された光符号多重／波長多重信号を波長成分毎の光符号多重信号に分離して、上記光パス交換装置本体に入力する波長多重分離手段と、

上記光パス交換装置本体から出力された波長成分毎の光符号多重信号を波長多重する波長多重手段と

を有することを特徴とする光パス交換装置。

【請求項7】 波長多重分離手段、光スイッチ及び波長多重手段でなる波長多重パス交換装置と、

この波長多重パス交換装置の上記光スイッチの一部の入出力ポートに接続された、請求項3又は5に記載の光パス交換装置と同じ構成を有する符号パス交換装置と

を有することを特徴とする光パス交換装置。

【請求項8】 特定のパスの切替必要時に、上記符号パス交換装置側で回避パスに切替えさせ、次に、上記波長多重パス交換装置側で障害パスを新しいパスに切替えさせ、最後に、上記符号パス交換装置側で回避したパスを新しいパスに戻させるようにパス制御するものであって、上記符号パス交換装置側でのパス切替を所定の逆拡散器に対する符号選択やOFFの状態設定で制御するパス制御手段を有することを特徴とする請求項7に記載の光パス交換装置。

【請求項9】 信号の送信元及び送信先となるルータ手段と、

このルータ手段及び上記符号パス交換装置との間に、これらルータ手段及び上記符号パス交換装置とのインタフェース機能を担う光符号多重送受信器と

をさらに有することを特徴とする請求項 7 又は 8 に記載の光パス交換装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は光パス交換装置に関し、例えば、光クロスコネクト装置や光 Add/Drop 多重装置や光スイッチ装置に適用し得るものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、高速・大容量化に適した光ネットワークシステムにおいては、光信号の多重技術が注目されている。

【0003】

時分割多重 (TDM) は、1 つの伝送路を時間的に多重するものであり、1 チャネル当たりの容量及びチャネル数が増すと、高速な光送受信機及び電気回路が必要になる。また、最近では光パルス (RZ 信号) による光時分割多重 (OTDM) も検討されているが、同程度 (速度) の電気処理技術を伴う。波長多重技術 (WDM) は、光波長で多重を行うもので、信号速度を上げることなく、伝送容量を拡大できる。しかし、数多くのチャネル (波長数) を確保するには、送受信構成 (光源、光フィルタ) での波長安定化が問題となり、高コストになる。現状での実用機では、100 波長程度であるが高コストである。これらの技術は、基幹系 (バックボーン) のような莫大なデータを転送するには有効な技術である。さらに、光符号多重 (OCDM) により、多重度を稼ぐ方法も検討されている。光符号多重は、これ自身では他の多重技術には劣るが、他の技術と容易に組み合わせることができるので、例えば、波長多重技術の波長数を増やすのが苦しい場合に、光符号多重を組み合わせることにより、チャネル数を増やすことができる。

【0004】

また、基幹系 (バックボーン) のネットワークでは、光クロスコネクト装置 (OXC) や光 Add/Drop 多重装置 (OADM) が検討されており、波長又は光ファイバで張ったパス (経路) を (接続した通信路を)、電気信号に変換せ

ずに光の状態に変更するものである。これらの経路変更は、従来は、光スイッチにより行っている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

光スイッチの切替速度は現状で数msであり、新たな経路切替方式を考えなければ経路切替の一段の高速化は難しい。言い換えると、光スイッチを使用したOXCやOADMでは、障害復旧（SDHでは50ms以下と言われている）の切替しか行えず、無瞬断切替（1ms以下の切替）やトラヒックに対応した動的な切替に対応することは難しい。

【0006】

そのため、従来より高速に、光経路（パス）を切り替えることができる光パス交換装置が望まれている。

【0007】

【課題を解決するための手段】

かかる課題を解決するために、請求項1の本発明は、複数の入力回線から符号で多重させた光符号多重信号が入力され、各光符号多重信号における符号毎の信号を交換して、複数の出力回線へ出力する光パス交換装置において、各入力回線毎に対応して符号数分ずつ設けられ、その回線中の全ての符号を選択可能な複数の逆拡散器と、自己と1対1に対応付けられた逆拡散器で選択された信号が与えられ、その信号に固定割当て符号を付与する複数を拡散器と、各出力回線毎に設けられ、その出力回線に対応する複数の拡散器からの信号を合波して出力回線に出力する合波器とを有することを特徴とする。

【0008】

請求項2の本発明は、請求項1の本発明の光パス交換装置の構成を少なくとも2段縦続接続して構成したことを特徴とする。

【0009】

請求項3の本発明は、請求項1又は2の本発明の光パス交換装置において、上記各入力回線から、異なる波長の光符号多重信号を入力されると共に、上記各出力回線に、異なる波長の光符号多重信号を出力させるものであって、最終段の対

応する上記逆拡散器及び上記拡散器の接続経路上のそれぞれに、可変出力波長の波長変換器を有する。

【 0 0 1 0 】

請求項4の本発明は、N個の入力回線からK個の符号で多重させた光符号多重信号が入力され、各光符号多重信号における符号毎の信号を交換して、N個の出力回線へ出力する光パス交換装置において、符号選択の状態と遮断の状態とを切替えられる $N \times N \times K$ 個の逆拡散器と、各入力回線からのN個の入力光符号多重信号を全ての逆拡散器に分配して供給する信号分配手段と、いずれかの逆拡散器の出力に固定割当て符号を付与する、出力先の出力回線が定まっている $N \times K$ 個の拡散器と、各拡散器に対し、入力された光符号多重信号が異なるN個の逆拡散器を、その出力信号を合波するように接続する接続手段とを有することを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

請求項5の本発明は、請求項4の本発明の光パス交換装置において、上記各入力回線から、異なる波長の光符号多重信号を入力されると共に、上記各出力回線に、異なる波長の光符号多重信号を出力させるものであって、N個の上記逆拡散器及び上記拡散器の接続経路上のそれぞれに、波長変換器を有することを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

請求項6の本発明の光パス交換装置は、請求項3又は5の本発明の光パス交換装置と同じ構成を有する光パス交換装置本体と、入力された光符号多重／波長多重信号を波長成分毎の光符号多重信号に分離して、上記光パス交換装置本体に入力する波長多重分離手段と、上記光パス交換装置本体から出力された波長成分毎の光符号多重信号を波長多重する波長多重手段とを有することを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

請求項7の本発明の光パス交換装置は、波長多重分離手段、光スイッチ及び波長多重手段でなる波長多重パス交換装置と、この波長多重パス交換装置の上記光スイッチの一部の入出力ポートに接続された、請求項3又は5の本発明の光パス交換装置と同じ構成を有する符号パス交換装置とを有することを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

請求項 8 の本発明は、請求項 7 の本発明の光パス交換装置において、特定のパスの切替必要時に、上記符号パス交換装置側で回避パスに切替えさせ、次に、上記波長多重パス交換装置側で障害パスを新しいパスに切替えさせ、最後に、上記符号パス交換装置側で回避したパスを新しいパスに戻させるようにパス制御するものであって、上記符号パス交換装置側でのパス切替を所定の逆拡散器に対する符号選択や O F F の状態設定で制御するパス制御手段を有することを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

請求項 9 の本発明は、請求項 7 又は 8 の本発明の光パス交換装置において、信号の送信元及び送信先となるルータ手段と、このルータ手段及び上記符号パス交換装置との間に、これらルータ手段及び上記符号パス交換装置とのインタフェース機能を担う光符号多重送受信器とをさらに有することを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

【発明の実施の形態】

(A) 第 1 の実施形態

以下、本発明の光パス交換装置を光クロスコネクタ装置に適用した第 1 の実施形態を図面を参照しながら説明する。

【 0 0 1 7 】

第 1 の実施形態の光クロスコネクタ装置は、符号可変の O C D M 装置の構成を利用したものである。光符号多重 (O C D M) には、光変調器を使用した直接拡散方式があり、符号パターンを電氣的に変更するので $n s$ 以下での切替可能であり、第 1 の実施形態は、光符号多重 (O C D M) 技術を適用して光クロスコネクタ装置を構成することにより、無瞬断切替や動的切替を実現し得るようにしたものである。なお、第 1 の実施形態の光クロスコネクタ装置は、O C D M - クロスコネクタ装置と呼ぶにふさわしいものである。

【 0 0 1 8 】

(A-1) 第 1 の実施形態の構成

図 1 は、第 1 の実施形態の光クロスコネクタ装置 1 の構成を示すブロック図で

ある。なお、図1は、説明の簡単化を期して、入力回線数×出力回線数が3×3、1回線当たりの符号数が3の例を示しているが、第1の実施形態の光クロスコネクタ装置1の回線数及び符号数はこれに限定されるものではない。

【0019】

図1において、第1の実施形態の光クロスコネクタ装置1は、入力段光増幅器(AMP)2-1~2-3、1×3カプラ3-1~3-3、逆拡散器4-11~4-33、出力可変波長波長変換器(TWC)5-11~5-33、拡散器6-11~6-33、3×1カプラ7-1~7-3、出力段光増幅器(AMP)8-1~8-3を有する。

【0020】

3本の入力回線IN1~IN3からの符号多重光信号はそれぞれ対応する入力段光増幅器2-1~2-3で増幅された後、対応する1×3カプラ3-1~3-3に与えられる。

【0021】

なお、入力回線IN1及び出力回線OUT1は波長λ1の符号多重光信号に関し、入力回線IN2及び出力回線OUT2は波長λ2の符号多重光信号に関し、入力回線IN3及び出力回線OUT3は波長λ3の符号多重光信号に関するものである。

【0022】

各カプラ3-1、…、3-3はそれぞれ、入力された光信号を3分岐して、3個の逆拡散器4-11~4-13、4-21~4-23、4-31~4-33に与えるものである。

【0023】

各逆拡散器4-11、…、4-33には、図示しない符号制御回路から、逆拡散処理に用いる拡散符号(図1ではA、B、Cの3種類)が与えられ、その拡散符号A、B又はCを用いた逆拡散処理を通じて、符号多重されている光信号から1チャンネルの光信号を取り出して、対応する出力可変波長波長変換器5-11、…、5-33に与えるものである。なお、同一の入力回線に係る3個の逆拡散器には異なる拡散符号が与えられるようになされている。

【 0 0 2 4 】

出力可変波長波長変換器 5-11、…、5-33 は、入力されたあるチャネルの光信号の波長を、図示しない波長制御回路からの指示波長に変換して、対応する拡散器に与えるものである。なお、同一の入力回線に係る 3 個の出力可変波長波長変換器からは異なる波長の光信号が出力されるようになされている。

【 0 0 2 5 】

ここで、入力回線 IN1 に係る 1 番目の出力可変波長波長変換器 5-11 を出力回線 OUT1 に係る 1 番目の拡散器 6-11 に接続し、入力回線 IN1 に係る 2 番目の出力可変波長波長変換器 5-12 を出力回線 OUT2 に係る 1 番目の拡散器 6-21 に接続し、入力回線 IN1 に係る 3 番目の出力可変波長波長変換器 5-13 を出力回線 OUT3 に係る 1 番目の拡散器 6-31 に接続して、入力回線 IN1 に係る 3 チャネルを、3 個の出力回線 OUT1 ～ OUT3 に向けて振り分けるようにしている。

【 0 0 2 6 】

入力回線 IN2 や入力回線 IN3 についても同様に、3 チャネルを全ての出力回線 OUT1 ～ OUT3 に向けて振り分けるように、出力可変波長波長変換器と拡散器とが接続されている。

【 0 0 2 7 】

ここで、出力回線 OUT1 に係る拡散器 6-11 ～ 6-13 には、波長 λ_1 の光信号を出力する出力可変波長波長変換器 5-11、5-21、5-31 が接続され、出力回線 OUT2 に係る拡散器 6-21 ～ 6-23 には、波長 λ_2 の光信号を出力する出力可変波長波長変換器 5-12、5-22、5-32 が接続され、出力回線 OUT3 に係る拡散器 6-31 ～ 6-33 には、波長 λ_3 の光信号を出力する出力可変波長波長変換器 5-13、5-23、5-33 が接続されている。

【 0 0 2 8 】

各拡散器 6-11、…、6-33 には、図示しない符号制御回路から、拡散処理に用いる拡散符号（図 1 では A、B、C の 3 種類）が与えられ、各拡散器 6-11、…、6-33 は、その拡散符号 A、B 又は C を用いた拡散処理を通じて、

光信号を符号多重し得る状態にして、対応する 3×1 カプラ 7-1～7-3 に与える。なお、同一の出力回線に係る 3 個の拡散器には異なる拡散符号が与えられるようになされている。

【0029】

各カプラ 7-1、…、7-3 はそれぞれ、対応する拡散器 6-11～6-13、6-21～6-23、6-31～6-33 からの拡散処理後の 3 チャンネルの光信号を合波し、対応する出力段光増幅器 8-1～8-3 を介して光増幅させて、対応する出力回線 OUT 1、OUT 2、OUT 3 に出力する。

【0030】

なお、この第 1 の実施形態の場合、入力回線の信号を全ての出力回線に出力するように接続するため、1 回線中の符号数は切替を行う回線数分必要になる。すなわち、一般的な表記で言えば、N×N の回線処理構成の場合には、1 回線当たりの符号数は N になる。また、図 1 では、光増幅器を、入力段及び出力段の 2 段に設けているが、光の強度低下に問題がなければ、1 段若しくはなしでも構わない。

【0031】

(A-2) 第 1 の実施形態の動作

次に、第 1 の実施形態の光クロスコネクタ装置 1 の動作を、図 2 をも参照しながら説明する。なお、以下では、2 個のチャンネルの光信号を例に交換動作を説明する。

【0032】

入力回線 IN 1 から入力された ($\lambda 1$ 、A) ((波長、符号)を示す) の光信号成分を含む符号多重光信号は、入力段光増幅器 2-1 によって増幅された後、カプラ 3-1 によって 3 分岐されて 3 個の逆拡散器 4-11～4-13 に与えられる。ここで、逆拡散器 4-11 が拡散符号 A に対応するものであるので、($\lambda 1$ 、A) の光信号成分に係るチャンネルの光信号が取り出され、これが出力可変波長波長変換器 5-11 から波長 $\lambda 1$ で拡散器 6-11 に出力される。拡散器 6-11 においては、入力光信号を拡散符号 A を用いて拡散し、この符号拡散処理後の光信号がカプラ 7-1 及び出力段光増幅器 8-1 を介して出力回線 OUT 1 に

出力される。

【 0 0 3 3 】

また、入力回線 I N 2 から入力された (λ 2、B) の光信号成分を含む符号多重光信号は、入力段光増幅器 2 - 2 によって増幅された後、カプラ 3 - 2 によって 3 分岐されて 3 個の逆拡散器 4 - 2 1 ~ 4 - 2 3 に与えられる。ここで、逆拡散器 4 - 2 1 が拡散符号 B に対応するものであるので、(λ 2、B) の光信号成分に係るチャネルの光信号が取り出され、これが出力可変波長波長変換器 5 - 2 1 から波長 λ 1 で拡散器 6 - 1 2 に出力される。拡散器 6 - 1 2 においては、入力光信号を拡散符号 B を用いて拡散し、この符号拡散処理後の光信号がカプラ 7 - 1 及び出力段光増幅器 8 - 1 を介して出力回線 O U T 1 に出力される。

【 0 0 3 4 】

以上のような処理により、異なる入力回線 I N 1 及び I N 2 からの (λ 1、A) 及び (λ 2、B) の光信号成分が、同一の出力回線 O U T 1 に (λ 1、A) 及び (λ 1、B) として符号多重されて出力される。

【 0 0 3 5 】

以上のような通信状態において、例えば、出力回線 O U T 1 に接続されている後段の装置で、障害等により光信号成分 (λ 1、B) を処理できなくなった場合には、この信号を処理できる別の経路に切替えなければならない。これがいわゆるクロスコネクトである。

【 0 0 3 6 】

この切替時には、入力回線 I N 2 から入力された光信号成分 (λ 2、B) を、出力回線 O U T 2 又は出力回線 O U T 3 へ出力するように切替える。

【 0 0 3 7 】

図示しない経路制御回路は、例えば、入力回線 I N 2 に係る逆拡散器 4 - 2 2 が処理を実行していない空き状態であれば、図示しない符号制御回路によって、逆拡散器 4 - 2 2 が、入力回線 I N 2 から入力された光信号成分 (λ 2、B) を処理できるように、その逆拡散器 4 - 2 2 の拡散符号を C から B に切り替えると共に、今まで入力回線 I N 2 から入力された光信号成分 (λ 2、B) を処理していた逆拡散器 4 - 2 1 の拡散符号を B から C に切り替える。

【 0 0 3 8 】

この切替えにより、入力回線 I N 2 から入力された光信号成分 ($\lambda 2$ 、B) は、逆拡散器 4 - 2 2 により逆拡散処理され、その逆拡散器 4 - 2 2 に対応する出力可変波長波長変換器 5 - 2 2 から波長 $\lambda 2$ で拡散器 6 - 2 2 に出力され、拡散器 6 - 2 2 において、拡散符号 B によって拡散され、この符号拡散処理後の光信号がカプラ 7 - 2 及び出力段光増幅器 8 - 2 を介して出力回線 O U T 2 に出力される。

【 0 0 3 9 】

なお、経路切替は、逆拡散処理での拡散符号 (のパターン) の切替えで行っているため、実際上、n s 以下の切替えが可能となる。また、出力可変波長波長変換器は、装置を接続するときに、出力で使用する波長 (出力したい波長) に設定されるので、経路切替では波長の切替が不要であり、出力可変波長波長変換器における高速性は問われない。

【 0 0 4 0 】

(A - 3) 第 1 の実施形態の効果

以上のように、第 1 の実施形態の光クロスコネクタ装置によれば、経路切替に光符号多重技術を利用し、逆拡散処理時の拡散符号の切替により、経路の切替を行うようにしたので、高速 (n s 以下) での経路切替が実現可能となる。

【 0 0 4 1 】

(B) 第 2 の実施形態

次に、本発明の光パス交換装置を光クロスコネクタ装置に適用した第 2 の実施形態を図面を参照しながら説明する。

【 0 0 4 2 】

第 2 の実施形態の光クロスコネクタ装置は、第 1 の実施形態の光クロスコネクタ装置より大規模化に対応できるようにしたものである。第 1 の実施形態の光クロスコネクタ装置 (O C D M - クロスコネクタ装置) は、実現可能符号数の問題により大規模化は難しい。そこで、第 2 の実施形態の光クロスコネクタ装置は、現状の W D M - クロスコネクタ装置に、第 1 の実施形態の光クロスコネクタ装置 (O C D M - クロスコネクタ装置) を付加する (融合する) ことにより、大規模

なクロスコネクタ装置においても高速な切替を実現できるようにしたものである。

【0043】

(B-1) 第2の実施形態の構成

図3は、第2の実施形態の光クロスコネクタ装置9の構成を示すブロック図である。

【0044】

図3において、第2の実施形態の光クロスコネクタ装置9は、大きくは、WDM-クロスコネクタ部(WDM-XC)10と、OCDM-クロスコネクタ部(OCDM-XC)1Aとでなる。

【0045】

OCDM-クロスコネクタ部1Aは、上述した第1の実施形態の光クロスコネクタ装置の構成を有する。なお、図3では、OCDM-クロスコネクタ部1Aが入力段及び出力段の光増幅器を備えないものとして記載している。

【0046】

一方、WDM-クロスコネクタ部10は、光スイッチ11、波長多重分離部(AWG)12-1～12-m及び波長多重部(AWG)13-1～13-mを有する。

【0047】

各波長多重分離部12-1、…、12-mはそれぞれ、対応する入力側の光ファイバ14-1、…、14-mから与えられた波長多重光信号を各波長成分(パス)毎に分離して光スイッチ11に入力させるものである。

【0048】

各波長多重部13-1、…、13-mはそれぞれ、光スイッチ11から与えられた各波長成分を多重して対応する出力側の光ファイバ15-1、…、15-mに与えるものである。

【0049】

光スイッチ11は、各波長成分毎の光信号を交換処理するものである。すなわち、光スイッチ11の切替により、波長(パス)の入替えを行うものである。

【0050】

この第2の実施形態の場合、光スイッチ11の入出力ポート数は、（入出力光ファイバ数）×（1本の光ファイバ中の波長数）に、OCDM-クロスコネクト部1Aの入出力ポート数を加えた数となっている。

【0051】

すなわち、この第2の実施形態の場合、光スイッチ11は、各波長多重分離部12-1、…、12-mからの光信号を、OCDM-クロスコネクト部1Aに入力させるように交換処理でき、また、OCDM-クロスコネクト部1Aから出力された光信号を、波長多重部14-1、…、14-mに入力させるように交換処理できるものである。

【0052】

なお、図3は、WDM-クロスコネクト部10が波長変換器を備えないものを示したが、光スイッチ11の入力段又は出力段に波長変換器を備えていても良い。例えば、光スイッチ11とOCDM-クロスコネクト部1Aとを結ぶ経路上に、波長変換器を設け、WDM-クロスコネクト部10での取扱い波長と、OCDM-クロスコネクト部1Aでの取扱い波長とを整合させるようにしても良い。

【0053】

(B-2) 第2の実施形態の動作

次に、第2の実施形態の光クロスコネクト装置9の動作を、図4及び図5をも参照しながら説明する。なお、図4は障害発生によるパス切替時のパスの変移例を示しており、図5は光クロスコネクト装置9の動作を示している。

【0054】

まず、図4に示したパスの変移例を説明する。なお、図4は、第2の実施形態の光クロスコネクト装置9が3台接続され（それぞれ符号9-1～9-3で表している）、各装置9-1～9-3を経由するパスと2番目の装置9-2を通過するパスがWDMにより張られ、その中で、OCDMのパスが設定されている場合を示している。

【0055】

障害発生によるパス切替は、回避、WDM切替、新規パス設定の3段階のステ

ップで行われる。なお、パス切替時の各部に対する制御信号は、図示しない経路制御回路が符号パスやWDMパスの空き状態等に基づいて出力する。

【0056】

「ステップ1（回避）」

図4における①のパス（ $\lambda 1$ 、A）（（波長、符号）を意味する）で通信を実施中において、そのパスに障害が発生すると、まず、回避処理を行う。回避処理においては、1番目の光クロスコネクタ装置9-1のOCDM-クロスコネクタ部1Aにより、符号パスの切替を行う。この符号パスの切替は、第1の実施形態での動作説明のように実行され、無瞬断で切替が実行される。図4では、②の符号パス（ $\lambda 2$ 、A）に切替えられた場合を示している（図2参照）。

【0057】

なお、仮に、切り替えられた符号パス（ $\lambda 2$ 、A）と波長が同じ別のパス（ $\lambda 2$ 、B）が存在していても、符号が異なるの問題となることはない。

【0058】

「ステップ2（WDM切替）」

上述したように、回避処理により、①のパス（ $\lambda 1$ 、A）で転送されていた信号は、②のパス（ $\lambda 2$ 、A）で転送され、障害に係る波長 $\lambda 1$ のパスは未使用状態になる。

【0059】

WDM-クロスコネクタ部10において、波長 $\lambda 1$ の波長パスを波長 $\lambda 3$ の波長パス（③）に切替える。實際上、この切替は数msで行うことができる。また、1番目の光クロスコネクタ装置9-1のOCDM-クロスコネクタ部1Aにおいて、対象となっている信号を処理する出力可変波長波長変換器（TWC）を波長 $\lambda 3$ に切替に切り替える。實際上、この切替も数msで行うことができる。

【0060】

「ステップ3（新規パス）」

上述したWDM切替処理により、2番目の光クロスコネクタ装置9-2を通過する新しい波長 $\lambda 3$ の波長パスが張られる。

【0061】

1 番目の光クロスコネクタ装置 9-1 の OC DM-クロスコネクタ部 1 A により、障害回避用に設定した符号パス ($\lambda 2$ 、A) を、新たな波長に対応するパス ($\lambda 3$ 、A) に変更する (④)。この切替は、實際上無瞬断で行うことができる。

【0062】

以上のような3つのステップ処理を順次行うことにより、障害発生時の切替が完了する。

【0063】

次に、図5を用いて、第2の実施形態の光クロスコネクタ装置9での切替動作例を説明する。なお、以下で説明する光クロスコネクタ装置9での切替動作は、図4における1番目の光クロスコネクタ装置9-1での動作に相当する。

【0064】

「初期状態」

ここでは、切替前の初期状態が以下の状態とする。

【0065】

入力側光ファイバ14-1から、($\lambda 1$ 、A) 及び ($\lambda 2$ 、B) の信号が入力されているとする。また、光スイッチ11の入出力ポートの接続状態は、I (1、1) - O (OC 3)、I (1、2) - O (OC 2)、I (OC 2) - O (2、1)、I (C 3) - O (1、1) が接続されているとする。さらに、9個の逆拡散器4-11~4-33及び拡散器6-11~6-33が、図5で上のものから、拡散符号がA、B、C、A、B、C、A、B、Cが割当てられているとする。さらにまた、出力可変波長波長変換器5-11の出力波長は $\lambda 1$ 、出力可変波長波長変換器5-12及び5-22の出力波長は $\lambda 2$ に設定されているとする。そして、出力側光ファイバ15-1から($\lambda 1$ 、A) の信号が、出力側ファイバ15-2から($\lambda 2$ 、B) の信号が出力されているとする。

【0066】

このような初期状態において、出力側光ファイバ15-1に何らかの障害が発生し、切替が必要となったとする。

【0067】

「ステップ 1（回避）」

回避処理時には、WDM-クロスコネクタ部 10 の光スイッチ 11 の状態（入出力ポートの接続状態）は変更されない。すなわち、WDMパスの切替は実行されない。

【0068】

OCDM-クロスコネクタ部 1A の逆拡散器 4-1 の拡散符号を A から B（又は OFF（A を選択しない））に切替えると共に、逆拡散器 4-2 の符号を B から A に切替える。これにより、入力回線 IN1 からの（ $\lambda 1$ 、A）の信号は、逆拡散器 4-2 が逆拡散処理し、この逆拡散器 4-2 に対応する出力可変波長波長変換器 5-12 によって波長 $\lambda 2$ の信号に変換された後、拡散器 6-21 で拡散符号 A で拡散されて（ $\lambda 2$ 、A）となって出力回線 OUT2 に出力される。この出力時に、（ $\lambda 2$ 、B）の信号と合波される。

【0069】

出力回線 OUT2 は、OCDM-クロスコネクタ部 1A によって、AWDM-XC で出力側ファイバ 15-2 に出力されるように接続されているので、初期状態で、出力側光ファイバ 15-1 に出力されていた（ $\lambda 1$ 、A）の信号は、この回避処理により、（ $\lambda 2$ 、B）の信号として出力側ファイバ 15-2 に出力される。

【0070】

なお、この回避処理により、出力側ファイバ 15-2 には同一波長 $\lambda 2$ に係る 2 個の信号（ $\lambda 2$ 、A）及び（ $\lambda 2$ 、B）が送出されるので、当該光クロスコネクタ装置 9（9-1）より下流の光クロスコネクタ装置 9（9-2）では、OCDM-クロスコネクタ部 1A での処理が必要となる。

【0071】

「ステップ 2（WDM切替）」

上述したステップ 1 の回避処理により、出力側ファイバ 15-1 への出力信号がなくなったので、WDMパスの切替を行う。

【0072】

WDM-クロスコネクタ部 10 の光スイッチ 11 において、I（OC3）-O

(1、1)の入出力ポート間接続を、I(OC3)-O(2、3)の入出力ポート間接続に切替える。なお、この入出力ポート間接続の切替例は、出力側ファイバ15-2での空き波長が $\lambda 3$ とした場合である。

【0073】

その後、OCDM-クロスコネクタ部1Aの出力可変波長波長変換器5-11の出力波長を $\lambda 1$ から $\lambda 3$ に切替える。

【0074】

このような切替により、出力回線OUT1に波長 $\lambda 3$ の信号を出力し、出力側ファイバ15-2へ波長 $\lambda 3$ の信号を出力し得るように設定されたことになる。

【0075】

「ステップ3(新規パス)」

OCDM-クロスコネクタ部1Aにおいて、逆拡散器4-11の拡散符号をAに戻すと共に、逆拡散器4-12の拡散符号をB(又はOFF)に戻す。

【0076】

これにより、入力回線IN1からOCDM-クロスコネクタ部1Aに入力された($\lambda 1$ 、A)の信号は、逆拡散器4-11、出力可変波長波長変換器5-11及び拡散器6-11で順次処理されて($\lambda 3$ 、A)の信号に変換され、出力回線OUT1に出力される。

【0077】

出力回線OUT1は、WDM-クロスコネクタ部10の光スイッチ11の入出力ポート間接続の切替により、出力側光ファイバ15-2に接続されているので、出力側光ファイバ15-2からは、($\lambda 3$ 、A)の信号が出力される。

【0078】

以上により、障害発生時の切替が完了する。

【0079】

なお、障害に無関係な($\lambda 2$ 、B)の信号も、出力側光ファイバ15-2に継続して出力される。このように、出力側光ファイバ15-2に2個の信号($\lambda 3$ 、A)及び($\lambda 2$ 、B)が出力されるが、当該光クロスコネクタ装置9(9-1)より下流の光クロスコネクタ装置9(9-2)では、波長が異なるので、WD

M-クロスコネクト部10でのパス交換だけを行うことも可能である。

【0080】

(B-3) 第2の実施形態の効果

以上のように、第2の実施形態の光クロスコネクト装置9によれば、WDM-クロスコネクト部10の光スイッチ11のポート数を増やして、WDM-クロスコネクト部10をOCDM-クロスコネクト部1Aを接続することにより、経路の切替必要時に（例えば障害発生時に）、OCDM-クロスコネクト部1Aで空きパスに一旦回避させ、WDM-クロスコネクト部10を切替えた後、OCDM-クロスコネクト部1Aで回避信号を新規パスに設定するようにしたので、無瞬断でパスの切替を行うことができる。

【0081】

(C) 第3の実施形態

次に、本発明の光パス交換装置を光Add/Drop多重装置(OADM)に適用した第3の実施形態を図面を参照しながら説明する。

【0082】

第3の実施形態の光Add/Drop多重装置は、第1や第2の実施形態の光クロスコネクト装置の技術思想を継承した光クロスコネクト機能をも有するものであり、Add/Drop機能を考慮し、全てのパス切替を可能としようとしたものである。因みに、第1及び第2の実施形態の光クロスコネクト装置では、全てのパスについて切替が行えない。

【0083】

(C-1) 第3の実施形態の構成

図6は、第3の実施形態の光Add/Drop多重装置20の構成を示すブロック図であり、上述した第2の実施形態に係る図3との同一、対応部分には同一、対応符号を付して示している。

【0084】

図6において、第3の実施形態の光クロスコネクト機能付き光Add/Drop多重装置20は、アッドすべき信号の送信元であると共に、ドロップした信号の供給先である例えば電気ルータ（交換機）21に接続されている。

【 0 0 8 5 】

第 3 の実施形態の光 A d d / D r o p 多重装置 2 0 は、大きくは、WDM-クロスコネクタ部 (WDM-XC) 1 0 と、OCDM-クロスコネクタ部 (OCDM-XC) 1 B と、光符号多重送受信部 (OCDM-Tx/Rx) 2 2 とでなる。

【 0 0 8 6 】

光符号多重送受信部 2 2 は、WDM-クロスコネクタ部 1 0 及び O C D M - クロスコネクタ部 1 B でなる光クロスコネクタ部分と、電気ルータ 2 1 とのインタフェース機能を担うものである (電気-光変換、光-電気変換、信号のアド、信号のドロップ) であり、図 7 に示す詳細構成を有する。

【 0 0 8 7 】

光符号多重送受信部 2 2 は、波長可変光源 (T L D) 3 0、送信用相関器 3 1、送信用符号生成回路 3 2、受信用相関器 3 3、受信用符号生成回路 3 4、光/電気変換器 (O/E) 3 5 及び同期回路 3 6 を有する。

【 0 0 8 8 】

波長可変光源 3 0 は、電気ルータ 2 1 からのユーザ信号 (電気信号) を指示されている波長の光信号に変換するものであり、送信用相関器 3 1 は、その光信号に対し、送信用符号生成回路 3 2 からの拡散符号で拡散してネットワーク側 (直接には、後述する符号スイッチ 2 3) に出力するものである。なお、波長可変光源 3 0 は、直接変調して電気/光変換を行うものであっても良く、また、光源からの光を外部変調器を用いて電気/光変換するものであっても良い。

【 0 0 8 9 】

受信用相関器 3 3 は、ネットワーク側 (直接には、後述する符号スイッチ 2 3) からの光信号に対し、受信用符号生成回路 3 4 からの拡散符号で逆拡散するものであり、光/電気変換器 3 5 は、逆拡散処理後の光信号を電気信号に変換してユーザ信号として電気ルータ 2 1 に出力するものである。なお、同期回路 3 6 は、光/電気変換器 3 5 からの電気信号に基づき、受信用符号生成回路 3 4 からの拡散符号を、ネットワーク側からの光信号に同期させるものである。

【 0 0 9 0 】

第3の実施形態におけるWDM-クロスコネクタ部10は、第2の実施形態のものと同様であるので、その説明は省略する。

【0091】

一方、第3の実施形態におけるOCDM-クロスコネクタ部1Bは、図8に示す詳細構成を有する符号スイッチ23で構成されている。符号スイッチ23の入出力ポート数は、下位のWDM-クロスコネクタ部10との接続数と、上位の電気ルータ21との接続数（直接的には光符号多重送受信部22との接続数）の和である。

【0092】

図8において、符号スイッチ23は、第1の符号スイッチ部23X及び第2の符号スイッチ部23Yが縦続接続された2段構成のものである。なお、図8は、符号スイッチ23の入出力ポートが3×3の場合を示している。

【0093】

出力側の第2の符号スイッチ部23Yは、上述した第1の実施形態の光クロスコネクタ装置1と同様な構成を有する。なお、図8では、光増幅器が設けられていない場合を示している。

【0094】

一方、入力側の第1の符号スイッチ部23Xは、上述した第1の実施形態の光クロスコネクタ装置1と類似した構成を有するが、可変出力波長波長変換器（TWC）が設けられていない点が第1の実施形態の光クロスコネクタ装置1とは異なっている。

【0095】

なお、第1の符号スイッチ部23X及び第2の符号スイッチ部23Y共に、拡散器は拡散符号の可変機能を有する必要はないが、逆拡散器は拡散符号の可変機能を有することを要する。但し、第1の符号スイッチ部23Xの拡散器に拡散符号の可変機能を持たせると共に、第2の符号スイッチ部23Yの逆拡散器に拡散符号の可変機能を持たせて、全ての符号パスの交換を可能とするようにしても良い。

【0096】

図 8 では、符号スイッチ 2 3 の各構成要素に符号を付していないが、以下の説明で構成要素を特定する場合には、第 1 の実施形態に係る図 1 での符号を適用すると共に、1 段目及び 2 段目の構成要素の違いを符号末尾に「X」又は「Y」を付与することで区別させる。

【0 0 9 7】

(C-2) 第 3 の実施形態の動作

次に、図 9～図 1 3 を用いて、第 3 の実施形態の光 Add/Drop 多重装置 2 0 の動作を説明する。

【0 0 9 8】

(C-2-1) 符号スイッチ 2 3 の動作

まず、図 9～図 1 1 を用いて、OCDM-クロスコネクタ部 1 B (符号スイッチ 2 3) の動作例を説明する。

【0 0 9 9】

「符号スイッチ 2 3 の動作例 1」

まず、入力回線 IN 1 から 3 つの拡散符号の信号 (符号 A、符号 B、符号 C の信号) が入力され、それらを全て同じ出力回線 OUT 1 に出力する場合の動作を図 9 を用いて説明する。

【0 1 0 0】

第 1 の符号スイッチ部 2 3 X の入力回線 IN 1 に係る 3 個の逆拡散器 4-1 1 X～4-1 3 X にはそれぞれ、拡散符号 A、B、C を選択するように設定する。これにより、拡散符号 A の入力信号は、逆拡散器 4-1 1 X で逆拡散された後、拡散器 6-1 1 X に与えられて拡散器 6-1 1 X で符号 A の信号に変換され、拡散符号 B の入力信号は、逆拡散器 4-1 2 X で逆拡散された後、拡散器 6-2 1 X に与えられて拡散器 6-2 1 X で符号 A の信号に変換され、拡散符号 C の入力信号は、逆拡散器 4-1 3 X で逆拡散された後、拡散器 6-3 1 X に与えられて拡散器 6-3 1 X で符号 A の信号に変換される。すなわち、全て拡散符号 A の信号に変換される。これらの信号はそれぞれ、出力側のカプラ 7-1 X～7-3 X で他の信号と合波されて第 2 の符号スイッチ部 2 3 Y に入力される。

【0 1 0 1】

第2の符号スイッチ部23Yにおいては、入力側カプラ3-1Y~3-3Yに対応する最上段の逆拡散器4-11Y、4-21Y、4-31Yに拡散符号Aを設定しておき、第1の符号スイッチ部23Xで符号Aの信号に変換された3つの信号はこれら逆拡散器4-11Y、4-21Y、4-31Yで逆拡散される。

【0102】

これら逆拡散器4-11Y、4-21Y、4-31Yは、同一の出力側カプラ7-1Yに接続されている拡散器6-11Y、6-12Y、6-13Yに接続されており、逆拡散器4-11Y、4-21Y、4-31Yからの出力信号はそれぞれ、これら拡散器6-11Y、6-12Y、6-13Yで拡散符号A、B、Cで拡散され、その後、カプラ7-1Yで合波されて出力回線OUT1に出力される。

【0103】

「符号スイッチ23の動作例2」

次に、入力回線IN1から3つの拡散符号の信号（符号A、符号B、符号Cの信号）が入力され、それらを異なる出力回線OUT1、OUT2、OUT3に出力する場合の動作を図10を用いて説明する。

【0104】

この場合も、第1の符号スイッチ部23Xでの動作は、上述した動作例1の場合と同様である。

【0105】

第2の符号スイッチ部23Yにおいて、入力側カプラ3-1Yに関しては最上段の逆拡散器4-11Yに拡散符号Aを設定し、入力側カプラ3-2Yに関しては中段の逆拡散器4-22Yに拡散符号Aを設定し、入力側カプラ3-3Yに関しては最下段の逆拡散器4-33Yに拡散符号Aを設定しておき、第1の符号スイッチ部23Xで符号Aの信号に変換された3つの信号はこれら逆拡散器4-11Y、4-22Y、4-33Yで逆拡散される。

【0106】

これら逆拡散器4-11Y、4-22Y、4-33Yは、異なる出力側カプラ7-1Y、7-2Y、7-3Yに接続されている拡散器6-11Y、6-22Y

、6-33Yに接続されており、逆拡散器4-11Y、4-22Y、4-33Yからの出力信号はそれぞれ、これら拡散器6-11Y、6-22Y、6-33Yで拡散符号A、B、Cで拡散され、その後、カブラ7-1Y、7-2Y、7-3Yを介して出力回線OUT1、OUT2、OUT3に出力される。

【0107】

「符号スイッチ23の動作例3」

図11は、異なる入力回線IN1～IN3から、同一の拡散符号Aの信号が入力され、それらを同一の出力回線OUT1に出力する場合を示している。

【0108】

詳述はさけるが、この場合には、第1の符号スイッチ部23X及び第2の符号スイッチ部23Yにおける逆拡散器に対する拡散符号の設定により、異なる入力回線IN1～IN3からの同一の拡散符号Aの信号を、同一の出力回線OUT1に出力するようにパスを切り替えることができる。

【0109】

上述した3個の動作例から推測できるように、符号スイッチ23を第1の符号スイッチ部23X及び第2の符号スイッチ部23Yの2段構成とすることにより、全ての符号パスの切替を行うことができる。

【0110】

このことは、電気ルータ21からの信号を任意の符号パスに導入することができ、また、任意の符号パスの信号を電気ルータ21に導出できることを意味している。

【0111】

(C-2-2) 第3の実施形態の全体動作

次に、第3の実施形態の光Add/Drop多重装置20の全体の動作がどうなるかを、図12及び図13を用いて説明する。なお、図12及び図13においては、電気ルータ21及び光符号多重送受信部22をまとめて、ルータ24と記述している。また、図12及び図13は、3台の光Add/Drop多重装置20(20-1～20-3)が影響するパスに関して示している。

【0112】

図 1 2 (A) の例では、パス①及び②は 1 番目の装置 2 0 - 1 に入力され、その WDM-クロスコネクト部 1 0、OCDM-クロスコネクト部 1 B 及びルータ 2 4 を経由して、パス①は 2 番目の装置 2 0 - 2 へ、パス②は 2 番目の装置 2 0 - 2 を WDM-クロスコネクト部 1 0 により通過して 3 番目の装置 2 0 - 3 へ行くようになっている。1 番目の装置 2 0 - 1 のルータ 2 4 に接続されているパス③は、ルータ 2 4 でパス①と合流して、2 番目の装置 2 0 - 2 に送られるようになっている。

【0 1 1 3】

この状態で、パス③のトラヒックが急増した場合には、1 番目の装置 2 0 - 1 及び 2 番目の装置 2 0 - 2 の間が混雑し、パス①の転送効率に影響を与えてしまう可能性がある。このとき、パス①のデータの宛先が 3 番目ないしはそれ以降の装置であったとすると、パス③との合流を回避すれば良い。

【0 1 1 4】

図 1 2 (B) のように、パス①を 1 番目の装置 2 0 - 1 の O C D M - クロスコネクト部 1 B で、別のパスに切替える (パス④)。

【0 1 1 5】

この動作は既存の WDM-クロスコネクト装置でも可能であるが、既存装置では切替時間が m s オーダーなので、信号断が発生するため、パスを切替え前に、一旦、発信ルータの方で、回避パスに切替えなければならず、パスを切替える装置とデータ発信装置が切替えなければならないので、トラヒック変動に対応できない。第 3 の実施形態の場合は、装置 2 0 に接続されているトラヒックモニタの検知結果により、自装置のパスを切替えれば良い。

【0 1 1 6】

なお、パス①及びパス③の合流を回避したので、2 番目の装置 2 0 - 2 及び 3 番目の装置 2 0 - 3 間で利用していたパス①の部分が開放され、その部分に他のパス⑤を張ることができる。

【0 1 1 7】

図 1 3 (A) の例は、図 1 2 (A) においてパス③がない状態である。この状態において、パス①には 2 番目の装置 2 0 - 2 の転送がなくなりつつ、3 番目以

降の転送が増えてくる。逆に、パス②では、2番目の装置20-2への転送が増えてくる。図13(A)では、パス②は2番目の装置20-2を通過しているが、3番目以降の装置で迂回して2番目の装置20-2に届くパスが張られているものとする。

【0118】

このとき、1番目の装置20-1でパス①とパス②とを入替えれば良く、図13(B)のように、1番目の装置20-1のOCDM-クロスコネクタ部1Bで、パス①とパス②とを切替えれば良い。既存の装置では、両パスの発信元が同じであれば、発信元のルータの出力ポートを切替えればよいが、同じでないことの方が多。この場合は、それぞれの発信元が管理サーバとネゴシエーションして切替えるため、切替動作が遅れる。

【0119】

また、第3の実施形態の光Add/Drop多重装置20を適用した場合にも、第2の実施形態で説明した無瞬断切替も同様にできる。

【0120】

(C-3) 第3の実施形態の効果

以上のように、第3の実施形態によれば、OCDM-クロスコネクタ部1Bの構成を2段の交換構成することにより、OCDM-クロスコネクタの切替パターンが全て行えるので、切替のフレキシブル性が向上し、パス回避切替による無瞬断切替の他に、トラヒックの変動に対応して、迅速にパスを切替えることが可能となる。

【0121】

(D) 第4の実施形態

次に、本発明の光パス交換装置を光クロスコネクタ装置に適用した第4の実施形態を図面を参照しながら説明する。

【0122】

上述した第1の実施形態の構成においては、出力回線分の符号数を必要とするため、大規模化が難しい(それを利用した第2の実施形態や第3の実施形態も同様)。既存のWDM-クロスコネクタ装置では、光スイッチのポート数は、10

00×1000位の規模が考えられている。この全てのポートに対して、OCDM-クロスコネクタを適用するのは、現状の符号多重技術では不可能である。

【0123】

この第4の実施形態は、符号選択（逆拡散）の数を増やし、逆拡散器によりON/OFF制御を行うようにすることで（ゲートスイッチ機能）、出力ポート数より少ない符号数で大規模化に対応できるようにしたものである。

【0124】

（D-1）第4の実施形態の構成

図14は、第4の実施形態の光クロスコネクタ装置（符号スイッチ；OCDM-スイッチ）の構成を示すブロック図である。なお、図14は、入出力回線が4×4、1回線中の符号数が2のように示しているが、以下では、入出力回線がN×N、1回線中の符号数がK（K<N）であるとして説明する。

【0125】

図14において、第4の実施形態の光クロスコネクタ装置40は、入力側から、N個の光増幅器（AMP）41、N個の1×Nカプラ42、N×N個の光増幅器（AMP）43、N×N個の1×Kカプラ44、N×N×K個の逆拡散器（相関器）45、N×N×K個のノイズ除去回路（N除去）46、N×K個のN×1カプラ47、N×K個の波長変換器（WC）48、N×K個の拡散器49、及び、N個のK×1カプラ50を有する。

【0126】

上述した各構成要素の機能は、後述する動作説明で明かにする。

【0127】

なお、各逆拡散器45は、K種類の拡散符号のいずれもが設定可能であると共に、逆拡散処理を実行しないOFF状態も取り得るものである。

【0128】

また、N個の1×Nカプラ42とN×N個の光増幅器（AMP）43との接続により、各入力回線IN1～INNと各出力回線OUT1～OUTNとの任意接続を可能としている。N×N個の1×Kカプラ44は、入力回線IN1、…、INNからの符号多重信号が全ての符号を含む場合にも、逆拡散器45で処理でき

るように分岐しているものである。N×N×K個のノイズ除去回路（N除去）46とN×K個のN×1カプラ47との接続は、変換後の拡散符号に係る拡散器49に向かうようにさせるための接続である。

【0129】

なお、図14において、点線で囲んでいる部分は、全ての出力回線に対して、全ての入力信号を処理できる個数を持っている部分である。

【0130】

図15は、第4の実施形態の光クロスコネクタ装置（符号スイッチ；OCDM-スイッチ）40の装置への適用例を示すものである。

【0131】

図15（A）は、全ての回線をOCDM-スイッチ40で処理する構成であり、OCDM-スイッチ40の入力段には、入力光ファイバ51-1～51-Lからの波長多重信号を波長毎（回線毎）に多重分離する波長多重分離回路（AWG）53-1～53-Lが設けられ、OCDM-スイッチ40の出力段には、OCDM-スイッチ40からの波長毎（回線毎）の信号を波長多重して出力光ファイバ52-1～52-Lに出力する波長多重回路（AWG）54-1～54-Lが設けられている。

【0132】

図15（B）は、部分的な回線のみをOCDM-スイッチ40で処理する構成であり、上述した第2の実施形態と同様な構成であり、その構成の詳細説明は省略する。

【0133】

（D-2）第4の実施形態の動作

以下、図16を用いて、第4の実施形態の光クロスコネクタ装置（符号スイッチ；OCDM-スイッチ）40の動作を説明する。

【0134】

なお、図16は、回線数Nが4、1回線当たりの符号数Kが2の場合として示している。また、各回線で使用する拡散符号は符号A、符号Bであるとする。図16では、全ての入力回線IN1～IN4から、信号が入力されている場合を示

しているが、以下では、入力回線 IN1 からの符号パス信号 ($\lambda 1$ 、A) 及び ($\lambda 1$ 、B) を例に動作を説明する。

【0135】

入力回線 IN1 からの、信号 ($\lambda 1$ 、A) 及び ($\lambda 1$ 、B) の符号多重信号は、伝送損失を補うための光増幅器 41-1 を介して増幅された後、1×4 カプラ 42-1 によって4分岐される。4個の分岐信号は、各出力回線 OUT1、OUT2、OUT3、OUT4に係る光増幅器 43-11、43-21、43-31、43-41に与えられ、分岐損失が補償されて対応する1×2カプラ 44-11、44-21、44-31、44-41に与えられる。

【0136】

各1×2カプラ 44-11、44-21、44-31、44-41は、入力信号を、全種類(2種類)の符号に対応できるように2分岐し、対応する逆拡散器に与える。例えば、1×2カプラ 44-11は、逆拡散器 45-111 及び 45-112に与え、1×2カプラ 44-41は、逆拡散器 45-411 及び 45-412に与える。

【0137】

逆拡散器 45はゲートスイッチの役割をするものであり、通常のゲートスイッチはON/OFF(通過/遮断)の切替であるが、逆拡散器 45は、符号A通過、符号B通過、OFF(遮断)の3状態を切替えるものである。なお、符号数がKの場合は、符号1/符号2/.../符号K/OFFのK+1状態を切替えることになる。

【0138】

図16は、1×2カプラ 44-11に接続されている逆拡散器 45-111がA通過、逆拡散器 45-112がOFF設定され、1×2カプラ 44-41に接続されている逆拡散器 45-411がB通過、逆拡散器 45-412がOFF設定され、1×2カプラ 44-21及び44-31に接続されている逆拡散器が全てOFF設定されている場合を示している。

【0139】

これにより、逆拡散器 45-111が入力回線 IN1 から符号多重信号におけ

る符号パス信号 ($\lambda 1$ 、A) を取り出し、逆拡散器 45-411 が入力回線 IN 1 から符号多重信号における符号パス信号及び ($\lambda 1$ 、B) を取り出す。なお、逆拡散処理により符号の情報が消失し、後段の拡散器による拡散によって符号の情報が再び付与されるが、図 16 では、入力信号の流れを明らかにするため、逆拡散器から拡散器に至る間における信号の表示でも入力信号における符号を記述している。

【0140】

ノイズ除去回路 46-111 及び 46-411 はそれぞれ、対応する逆拡散器 45-111 及び 45-411 からの出力信号におけるノイズ成分を除去し、対応する 4×1 カプラ 47-111 及び 47-411 に与える。なお、4×1 カプラ 47-111 及び 47-411 は、4 入力 1 出力構成のものであるが、一群の逆拡散器 45 の状態設定により、信号の入力数は多くても 1 個であり、従って、合波処理を実行しないものである。

【0141】

4×1 カプラ 47-111、47-411 を通過した信号は、波長変換器 48-11、48-41 に与えられ、対応する出力回線 OUT 1、OUT 4 に応じた波長 $\lambda 1$ に変換される。なお、上述したように、逆拡散器 45 から拡散器 49 までの間は、符号処理されていない信号なので、波長変換を行っても問題となることはない。因みに、波長変換器の数を減らすことに鑑み、最終段のカプラの後で波長変換を行うことも考えられるが、このようにすると、波長変換器の個数は第 4 の実施形態の半分になるが、光符号処理された信号を波長変換するので、符号状態が保持されないことがある。現在の波長変換器は入力光信号の強弱に応動して、リファレンス光源を出力する構成なので、振幅強度による符号なら問題ないが、位相による符号の場合には、位相情報は保たれない。

【0142】

波長変換器 48-11、48-41 から出力された信号は、拡散器 49-11、49-41 により所望の拡散符号 (A) が付与され、対応する 2×1 カプラ 50-1、50-4 で他の経路からの符号パス信号と合波されて出力回線 OUT 1、OUT 4 に出力される。

【 0 1 4 3 】

以上のようにして、入力回線 I N 1 からの符号多重信号における符号パス信号 ($\lambda 1$ 、A) は、信号 ($\lambda 1$ 、A) に変換されて出力回線 O U T 1 に出力され、入力回線 I N 1 からの符号多重信号における符号パス信号 ($\lambda 1$ 、B) は、信号 ($\lambda 4$ 、A) に変換されて出力回線 O U T 4 に出力される。

【 0 1 4 4 】

他の入力回線 I N 2 ~ I N 4 からの符号多重信号も、上述したと同様に処理される。図 1 6 は、以下のような交換を行っている。

【 0 1 4 5 】

入力回線 I N 2 からの符号多重信号における符号パス信号 ($\lambda 2$ 、A) は、信号 ($\lambda 1$ 、B) に変換されて出力回線 O U T 1 に出力され、入力回線 I N 2 からの符号多重信号における符号パス信号 ($\lambda 2$ 、B) は、信号 ($\lambda 4$ 、B) に変換されて出力回線 O U T 4 に出力される。また、入力回線 I N 3 からの符号多重信号における符号パス信号 ($\lambda 3$ 、A) は、信号 ($\lambda 2$ 、A) に変換されて出力回線 O U T 2 に出力され、入力回線 I N 3 からの符号多重信号における符号パス信号 ($\lambda 3$ 、B) は、信号 ($\lambda 2$ 、B) に変換されて出力回線 O U T 2 に出力される。さらに、入力回線 I N 4 からの符号多重信号における符号パス信号 ($\lambda 4$ 、A) は、信号 ($\lambda 3$ 、A) に変換されて出力回線 O U T 3 に出力され、入力回線 I N 4 からの符号多重信号における符号パス信号 ($\lambda 4$ 、B) は、信号 ($\lambda 3$ 、B) に変換されて出力回線 O U T 3 に出力される。

【 0 1 4 6 】

なお、入力回線 I N 3 の例は、両入力信号 ($\lambda 3$ 、A) 及び ($\lambda 3$ 、B) を共に同一の出力回線 O U T 2 へ出力する例であり、これは符号パスの入替えを行わず、WDMパスを切替えていることと同等である。

【 0 1 4 7 】

すなわち、第 4 の実施形態の構成では、符号パスの交換、及び、WDMパスの交換の両方を行うことができる。

【 0 1 4 8 】

なお、動作説明は省略するが、この第 4 の実施形態の光クロスコネクタ装置に

よっても、第2の実施形態で説明した無瞬断切替や、第3の実施形態で説明した動的パス切替を行うことができ、大規模化にも対応できる。

【0149】

(D-3) 第4の実施形態の効果

以上のように、第4の実施形態によれば、OFF（遮断）制御も可能な逆拡散器を、入力回線、出力回線及び符号種類の組合せ数（ $N \times N \times K$ 個）だけ具備し、逆拡散器に、符号設定又はOFF設定して、出力回線へ所定の符号で出力させる入力回線の入力信号を規定するようにしたので、回線数より少ない符号数でも、全ての切替を高速に行うことが可能である。回線数より少ない符号数でも良いことは、逆に言えば、符号数を増大させることなく、回線数を増大させることができることを意味し、大規模化が可能であることを意味する。

【0150】

なお、第4の実施形態によっても、無瞬断切替や、動的パス切替は可能となっている。

【0151】

(E) 他の実施形態

上記第1及び第4の実施形態では、異なる入力回線から入力される符号多重信号の波長が異なるものを示したが、全ての入力回線から入力される符号多重信号の波長が同一であっても良い。この場合には、波長変換器を省略しても良い。

【0152】

また、第3の実施形態のような第1の実施形態と同様な構成の2段接続を、WDM-クロスコネクタ部との接続がない光クロスコネクタ装置に適用するようにしても良い。

【0153】

さらに、第4の実施形態の適用構成として示した図15（B）の構成にさらに、電気ルータとの接続構成（第3の実施形態参照）を設けるようにしても良い。

【0154】

【発明の効果】

以上のように、本発明によれば、複数の逆拡散器及び複数の拡散器を所定の対

応関係で接続し、入力回線から入力された符号多重信号から、符号選択及び又は O F F 設定が可能な逆拡散器で所望の符号パス信号の抽出を行い、抽出された符号パス信号を拡散器で新たに符号を付与して出力回線に出力するようにしたので、従来より高速に、光経路（パス）を切り替えることができる光パス交換装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

第 1 の実施形態の光クロスコネクタ装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】

第 1 の実施形態の光クロスコネクタ装置の動作説明図である。

【図 3】

第 2 の実施形態の光クロスコネクタ装置の構成を示すブロック図である。

【図 4】

第 2 の実施形態の光クロスコネクタ装置の動作説明図（1）である。

【図 5】

第 2 の実施形態の光クロスコネクタ装置の動作説明図（2）である。

【図 6】

第 3 の実施形態の光 A d d / D r o p 多重装置の構成を示すブロック図である。

【図 7】

第 3 の実施形態の符号スイッチの詳細構成を示すブロック図である。

【図 8】

第 3 の実施形態の光符号多重送受信部の詳細構成を示すブロック図である。

【図 9】

第 3 の実施形態の符号スイッチの動作説明図（1）である。

【図 1 0】

第 3 の実施形態の符号スイッチの動作説明図（2）である。

【図 1 1】

第 3 の実施形態の符号スイッチの動作説明図（3）である。

【図 1 2】

第 3 の実施形態の光 Add / Drop 多重装置全体の動作説明図 (1) である。

【図 1 3】

第 3 の実施形態の光 Add / Drop 多重装置全体の動作説明図 (2) である。

【図 1 4】

第 4 の実施形態の光クロスコネクタ装置の構成を示すブロック図である。

【図 1 5】

第 4 の実施形態の光クロスコネクタ装置の適用装置構成を示すブロック図である。

【図 1 6】

第 4 の実施形態の光クロスコネクタ装置の動作説明図である。

【符号の説明】

- 1、9、9-1~9-3、40…光クロスコネクタ装置
- 1A、1B…OCDM-クロスコネクタ部
- 4-11~4-33、45…逆拡散器
- 5-11~5-33…出力可変波長波長変換器
- 6-11~6-33、49…拡散器
- 10…WDM-クロスコネクタ部
- 11…光スイッチ
- 12-1~12-m…波長多重分離部
- 13-1~13-m…波長多重部
- 20、20-1~20-3…光 Add / Drop 多重装置
- 21…電気ルータ
- 22…光符号多重送受信部
- 23…符号スイッチ
- 23X…第 1 の符号スイッチ部
- 23Y…第 2 の符号スイッチ部

4 8 …波長変換器

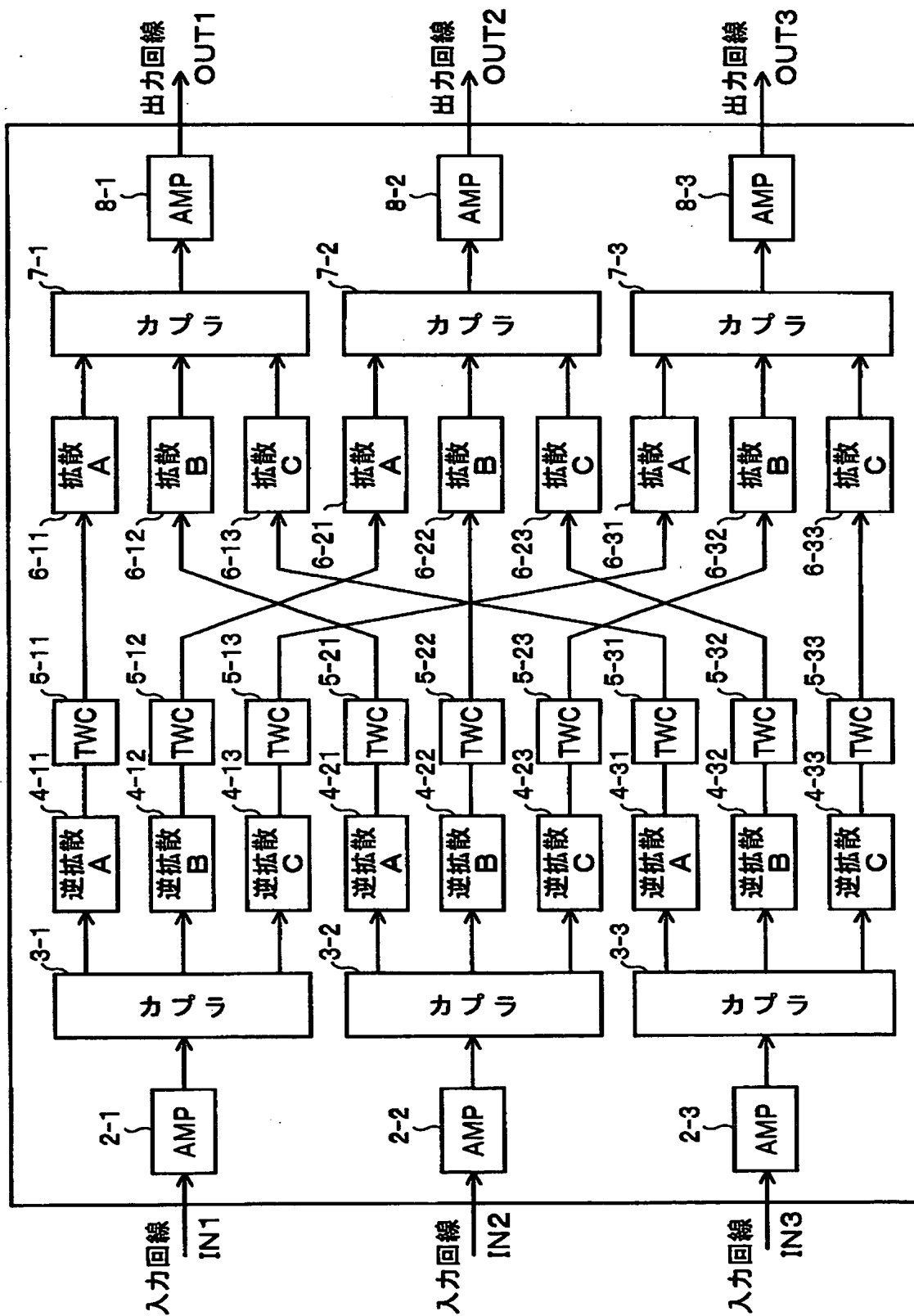
I N 1 ～ I N N …入力回線

O U T 1 ～ O U T N …出力回線

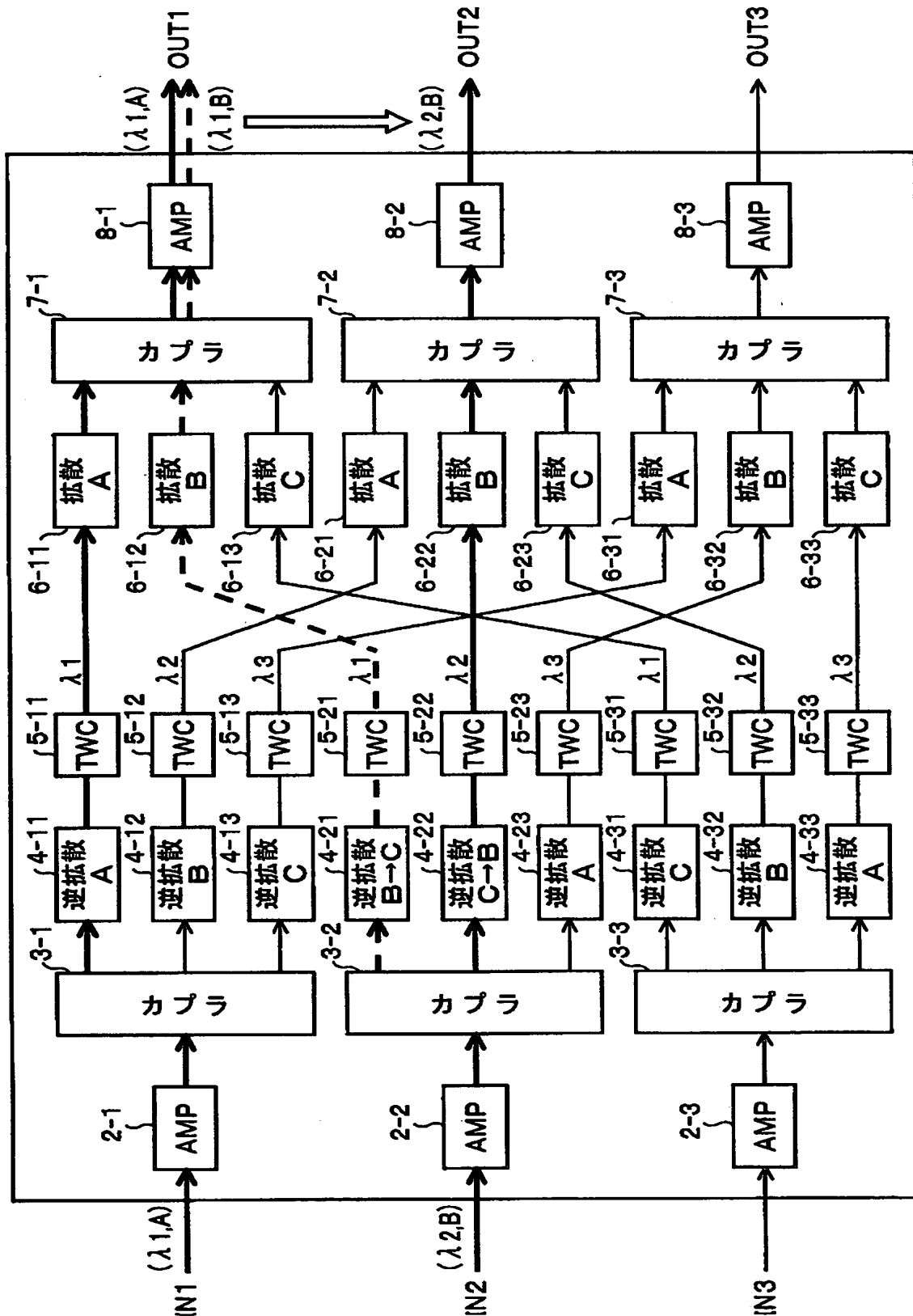
【書類名】 図面

【図1】

1

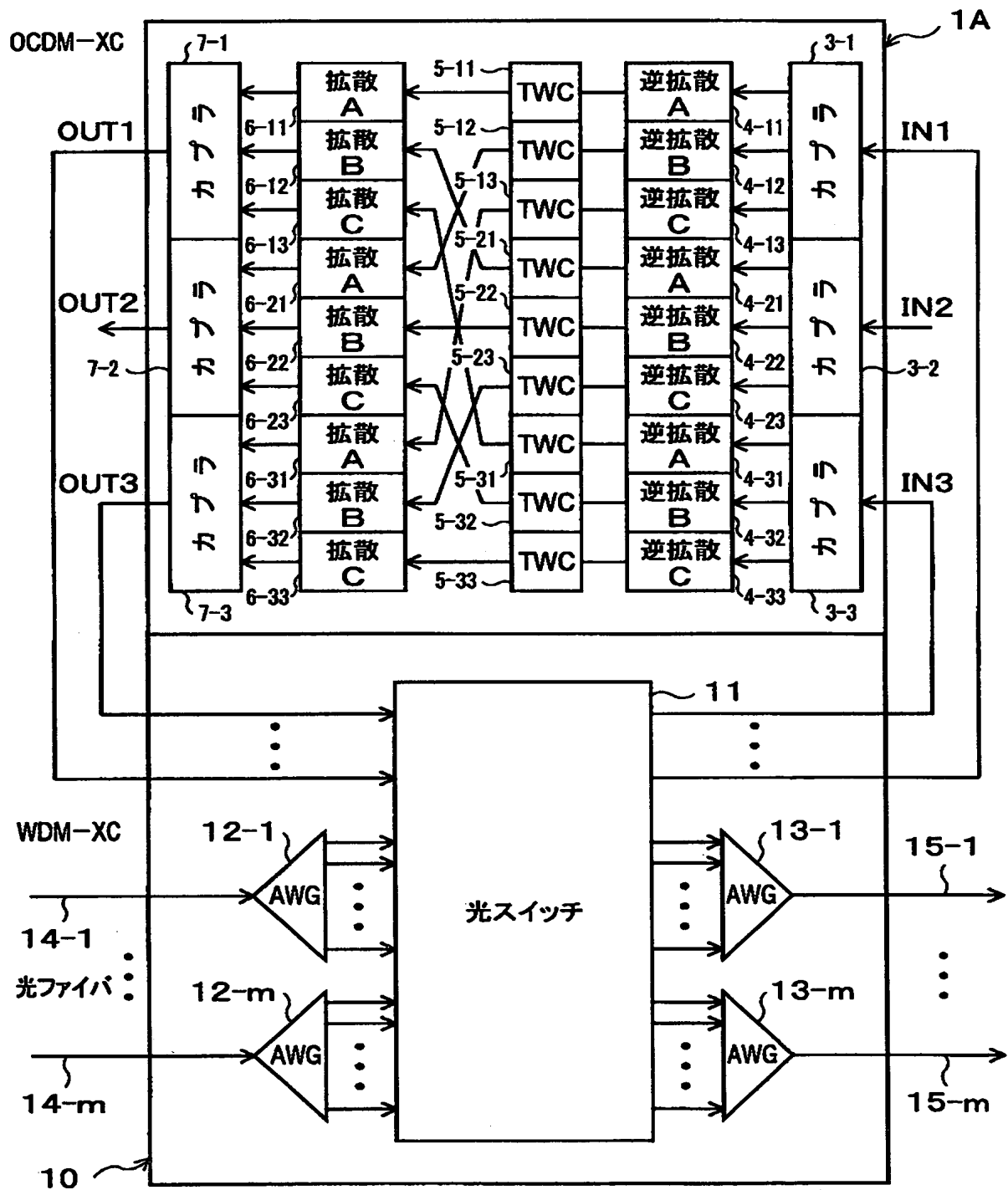


【図2】

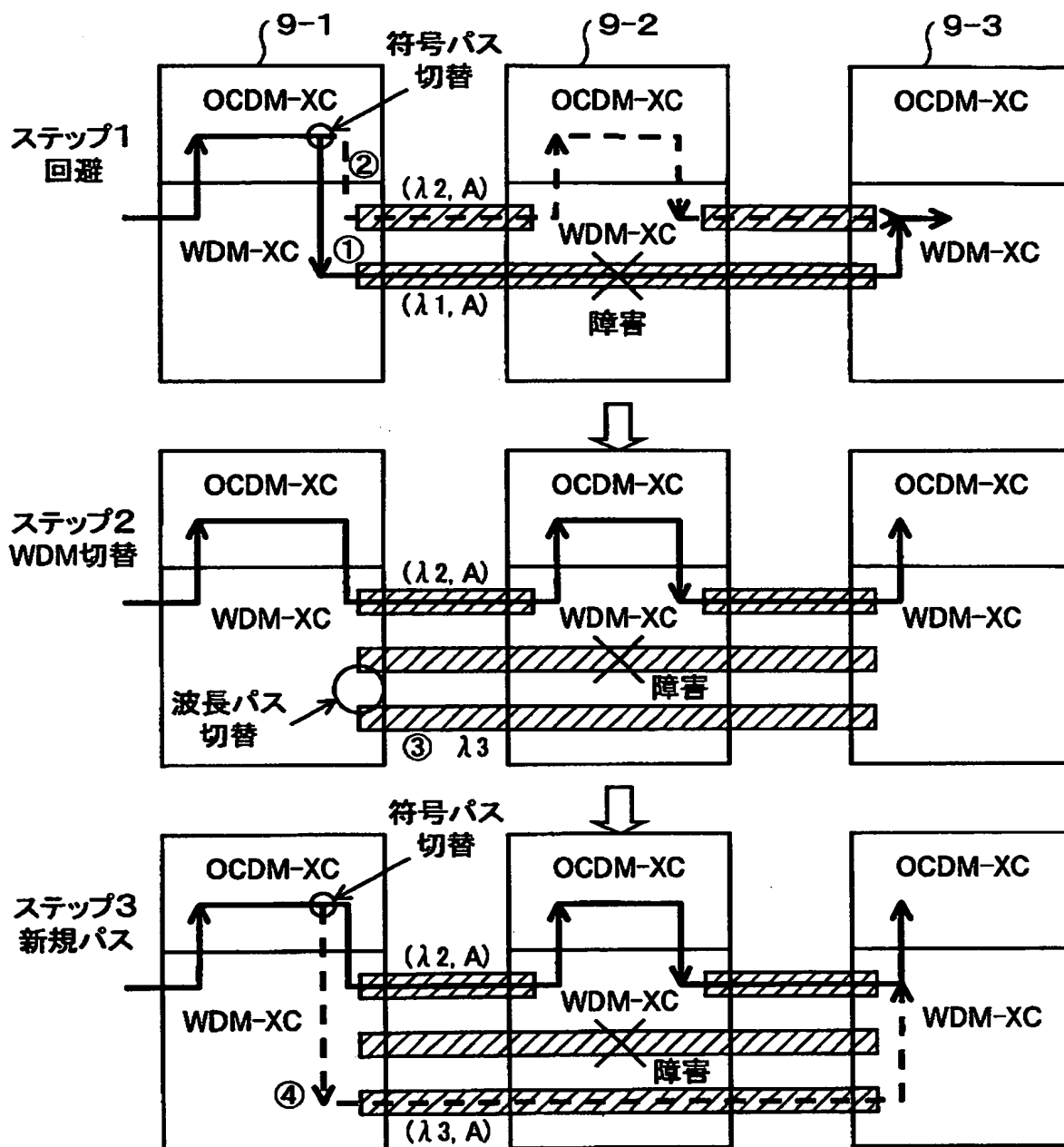


【図3】

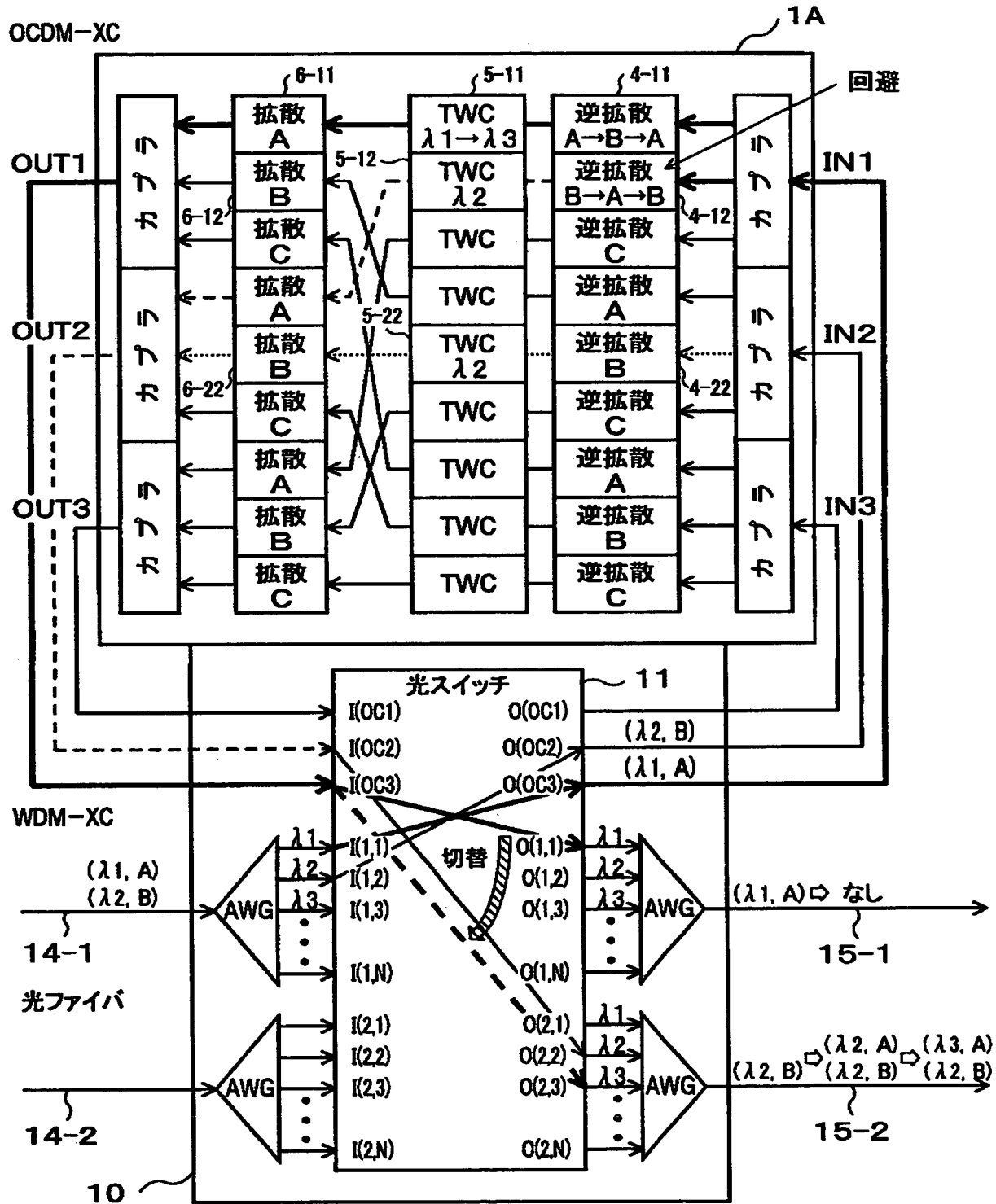
9



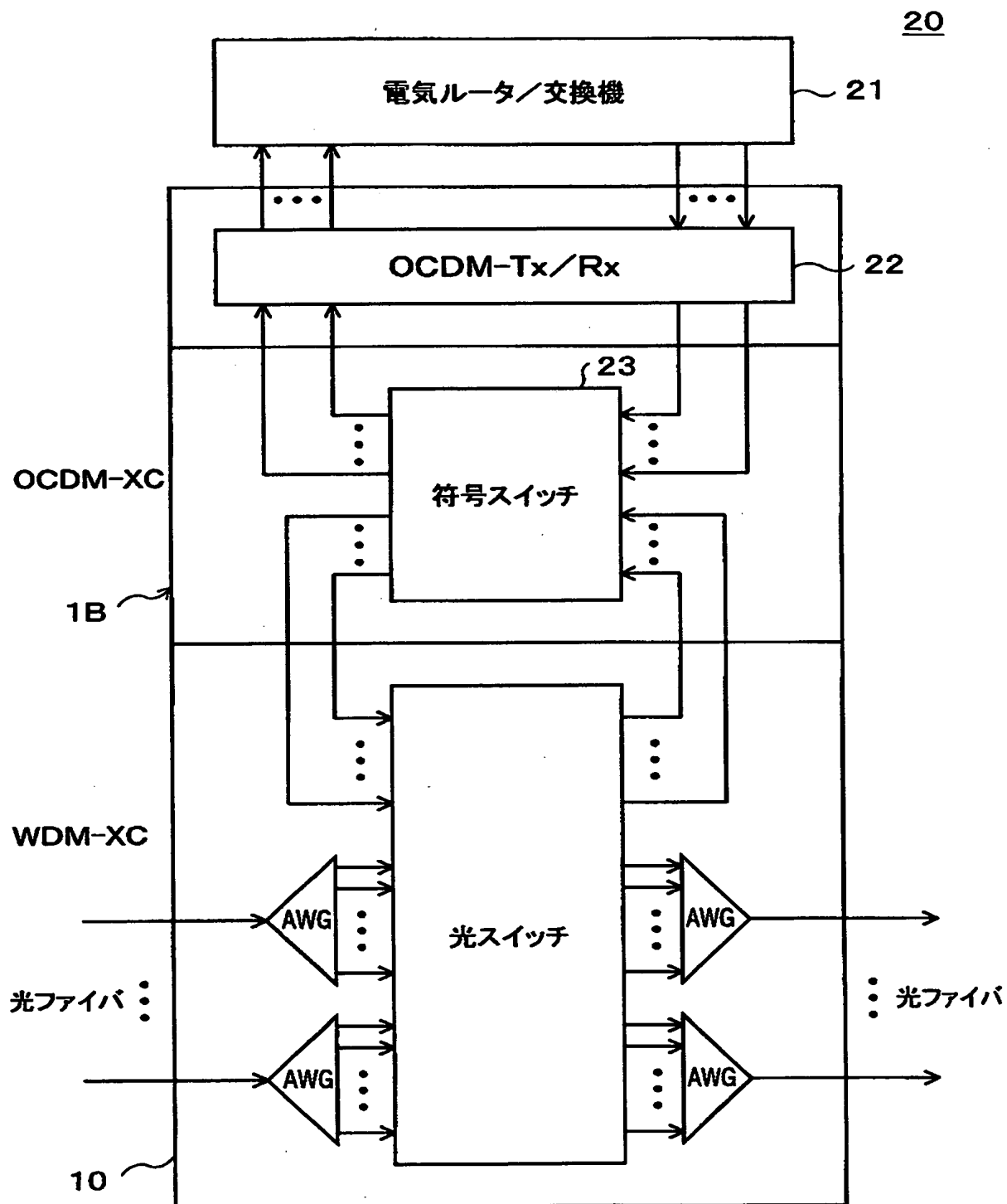
【図4】



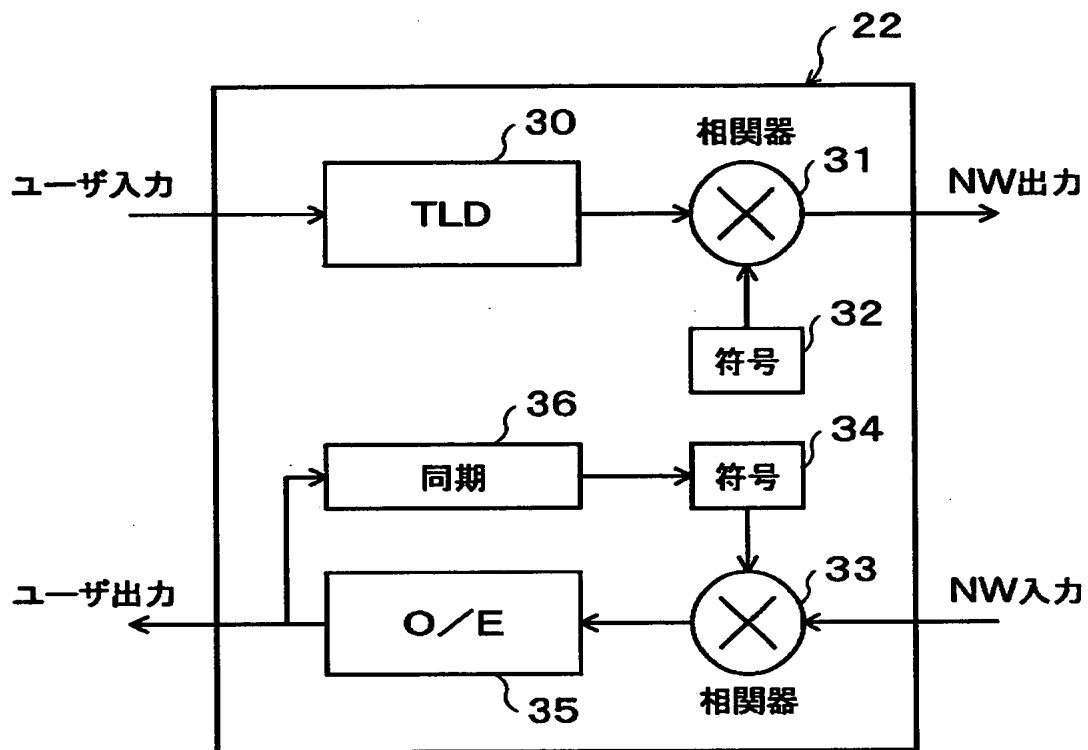
【図5】



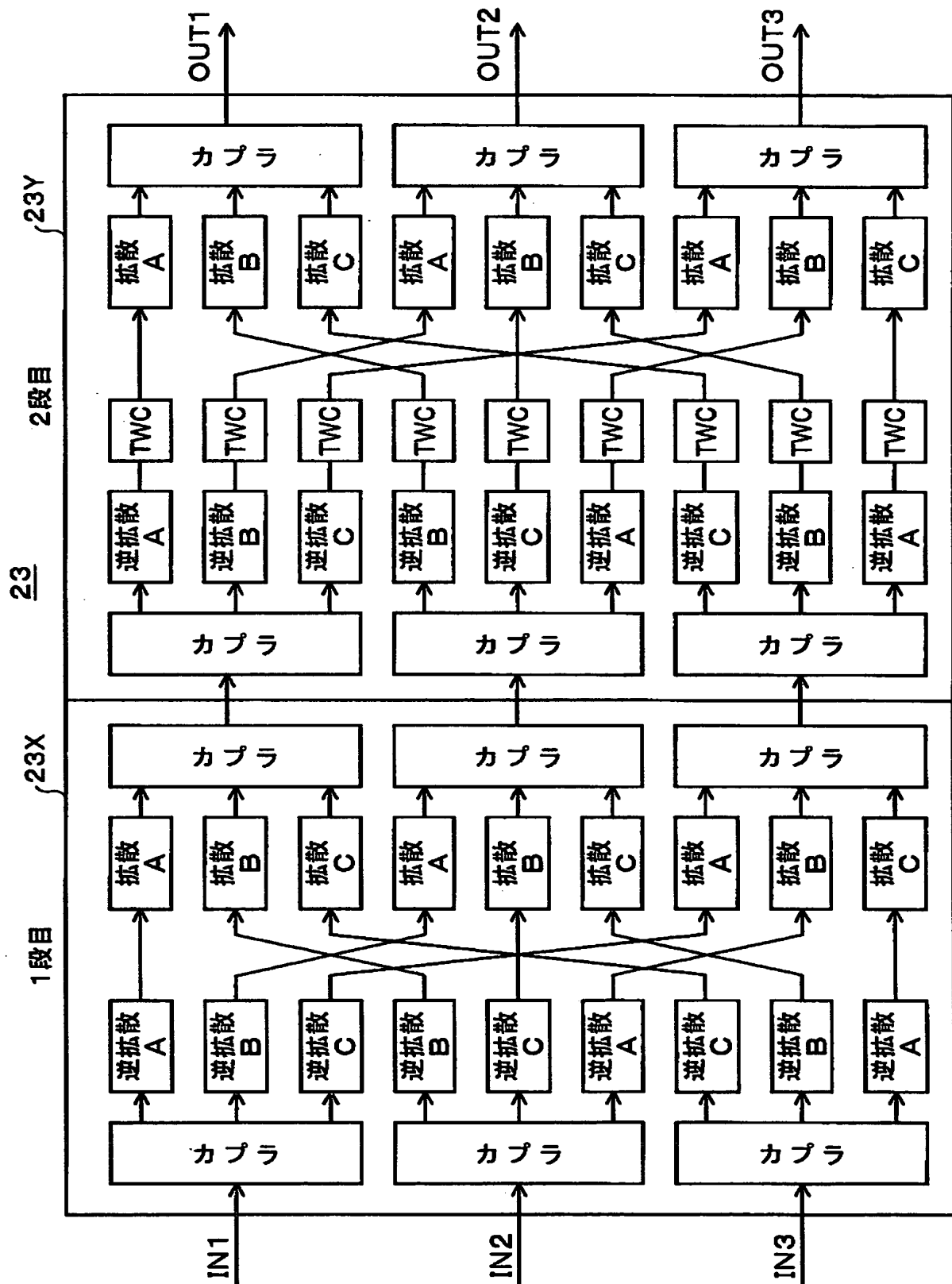
【図 6】



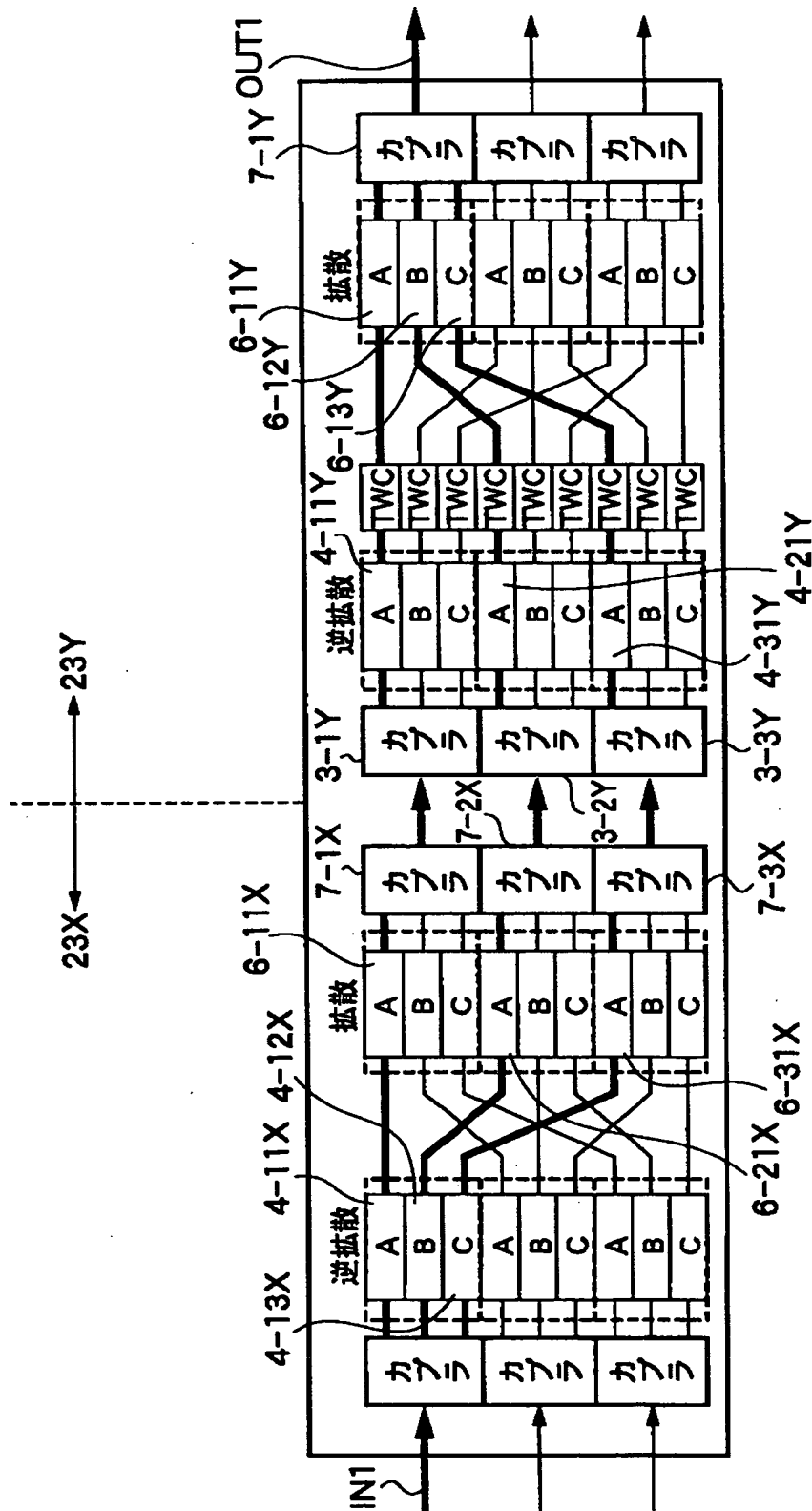
【図7】



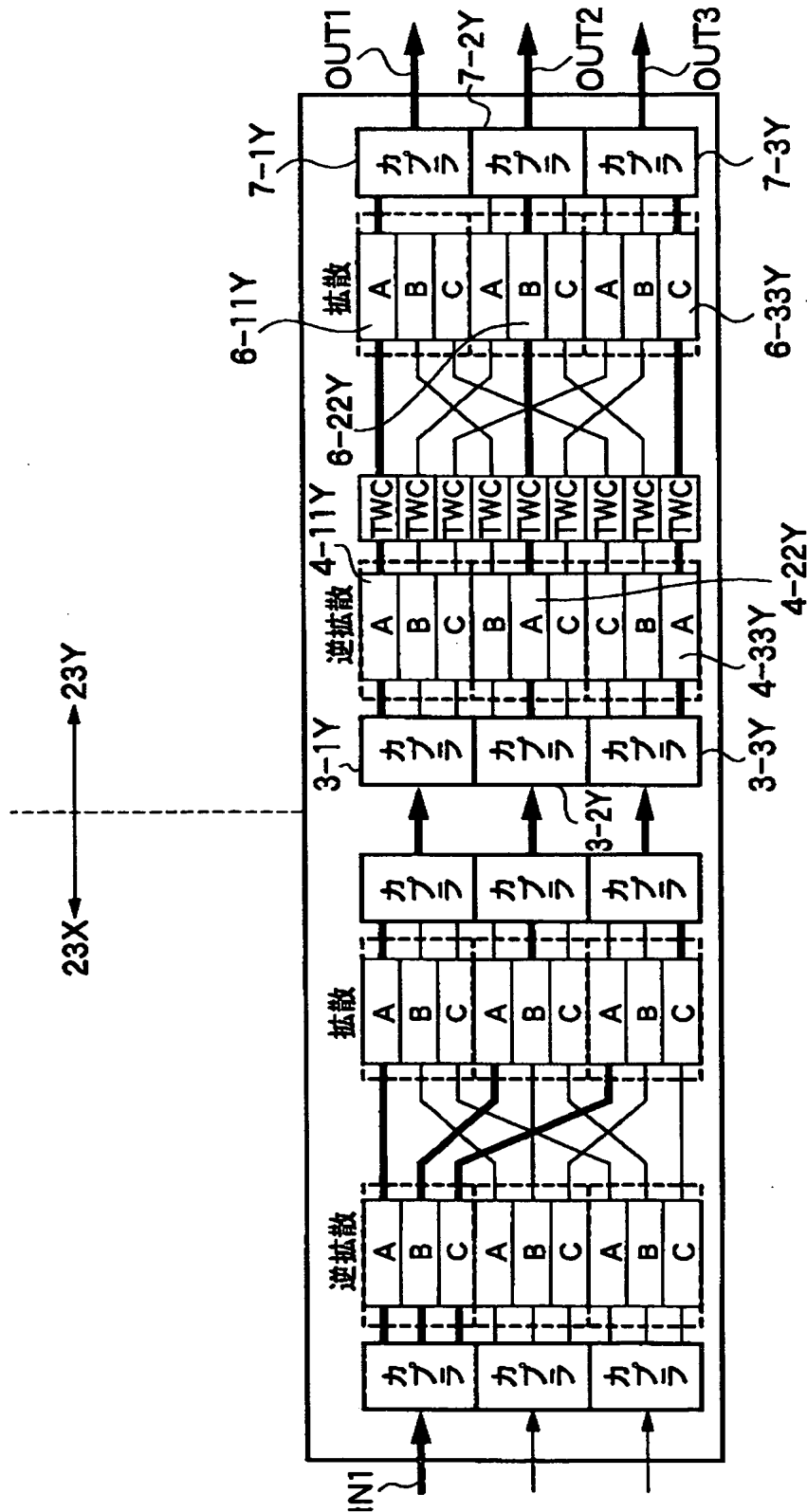
【図 8】



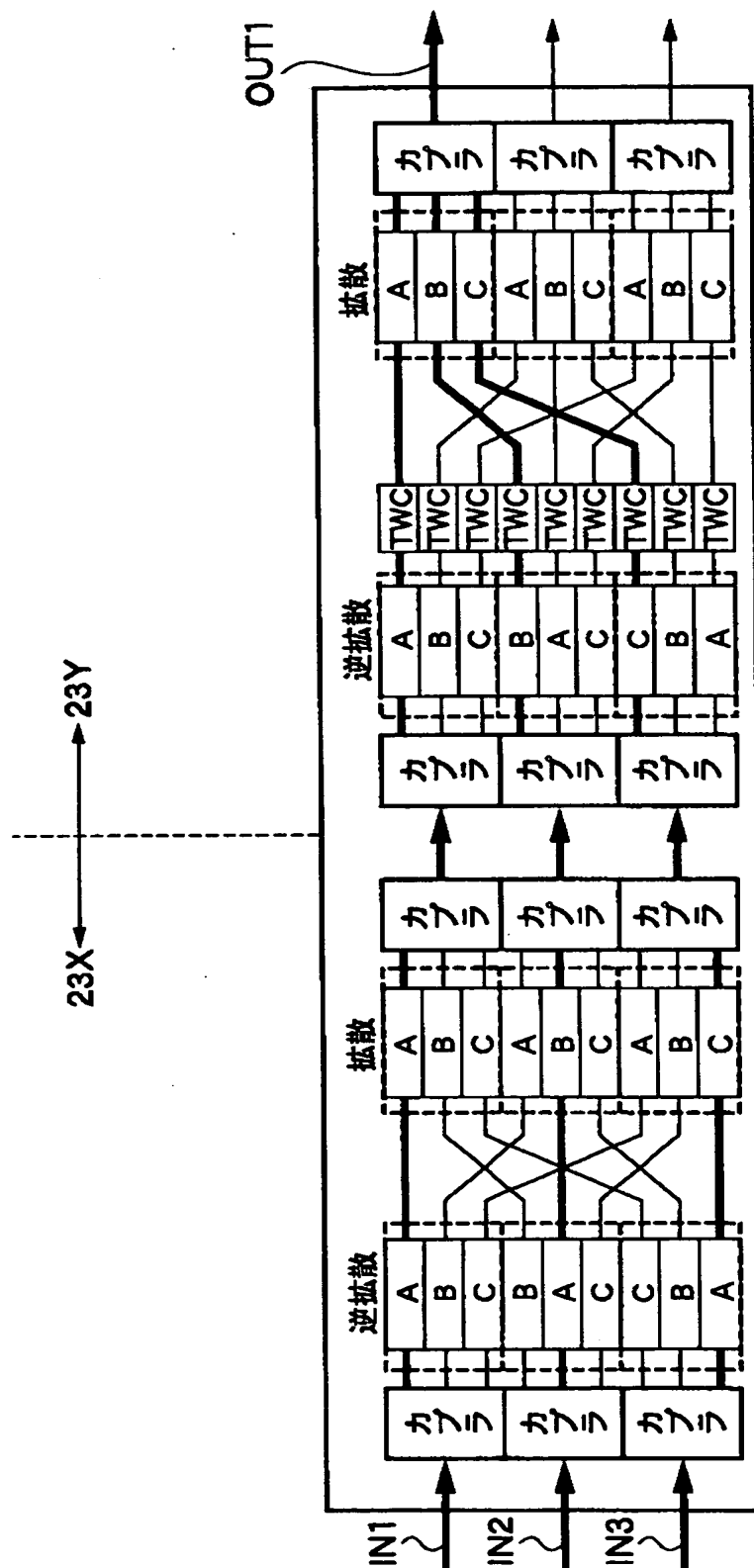
【図9】



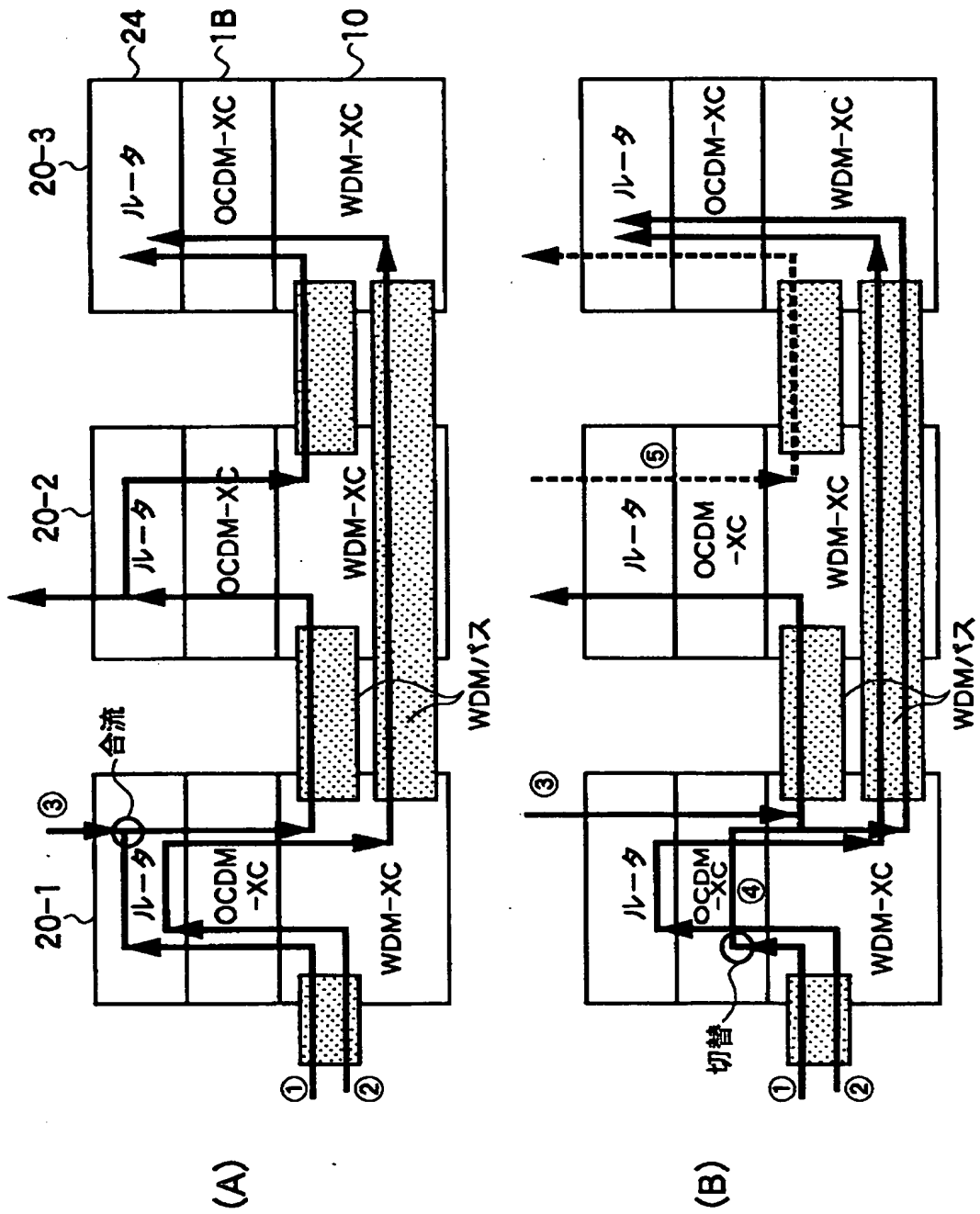
【図10】



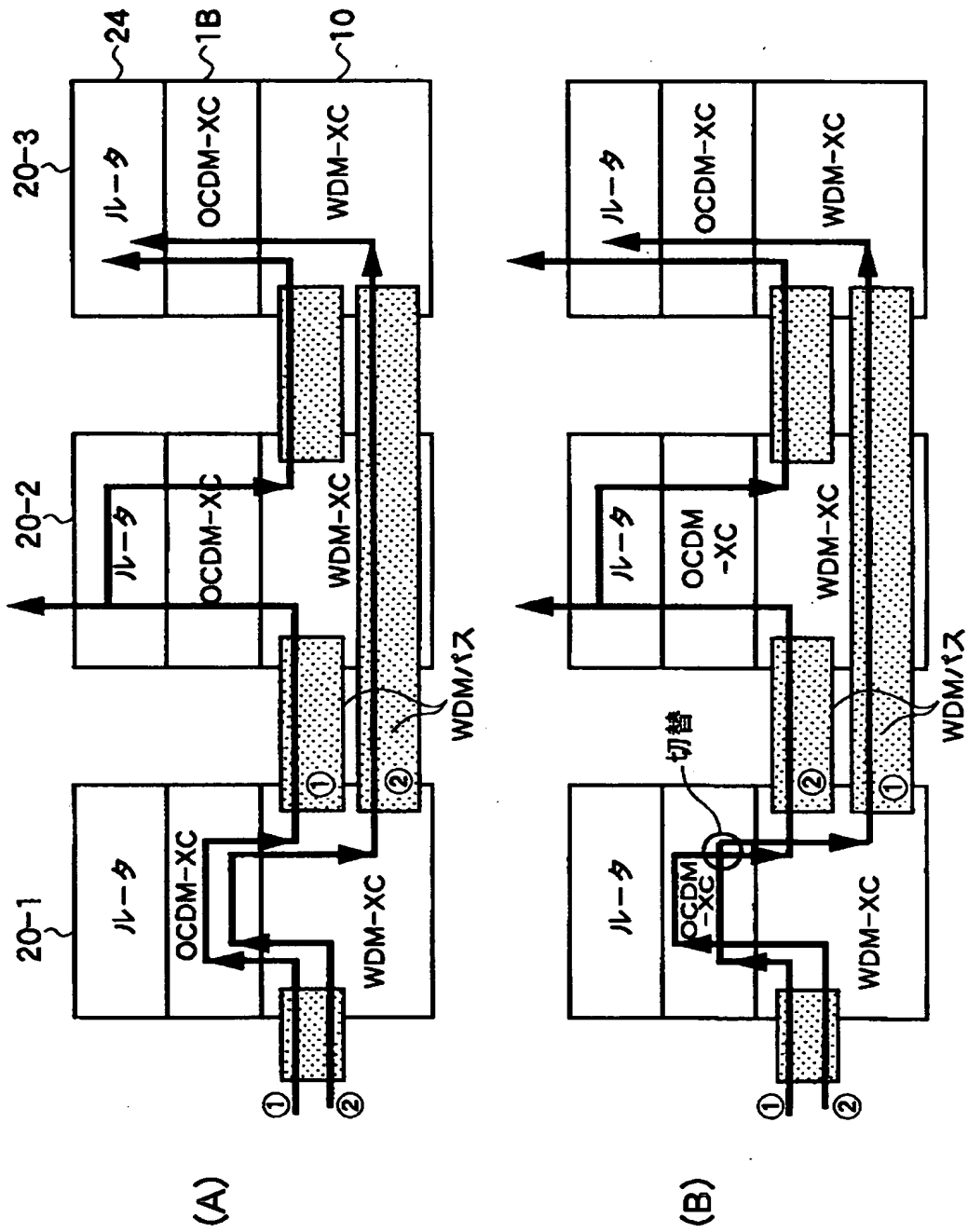
【図 1 1】



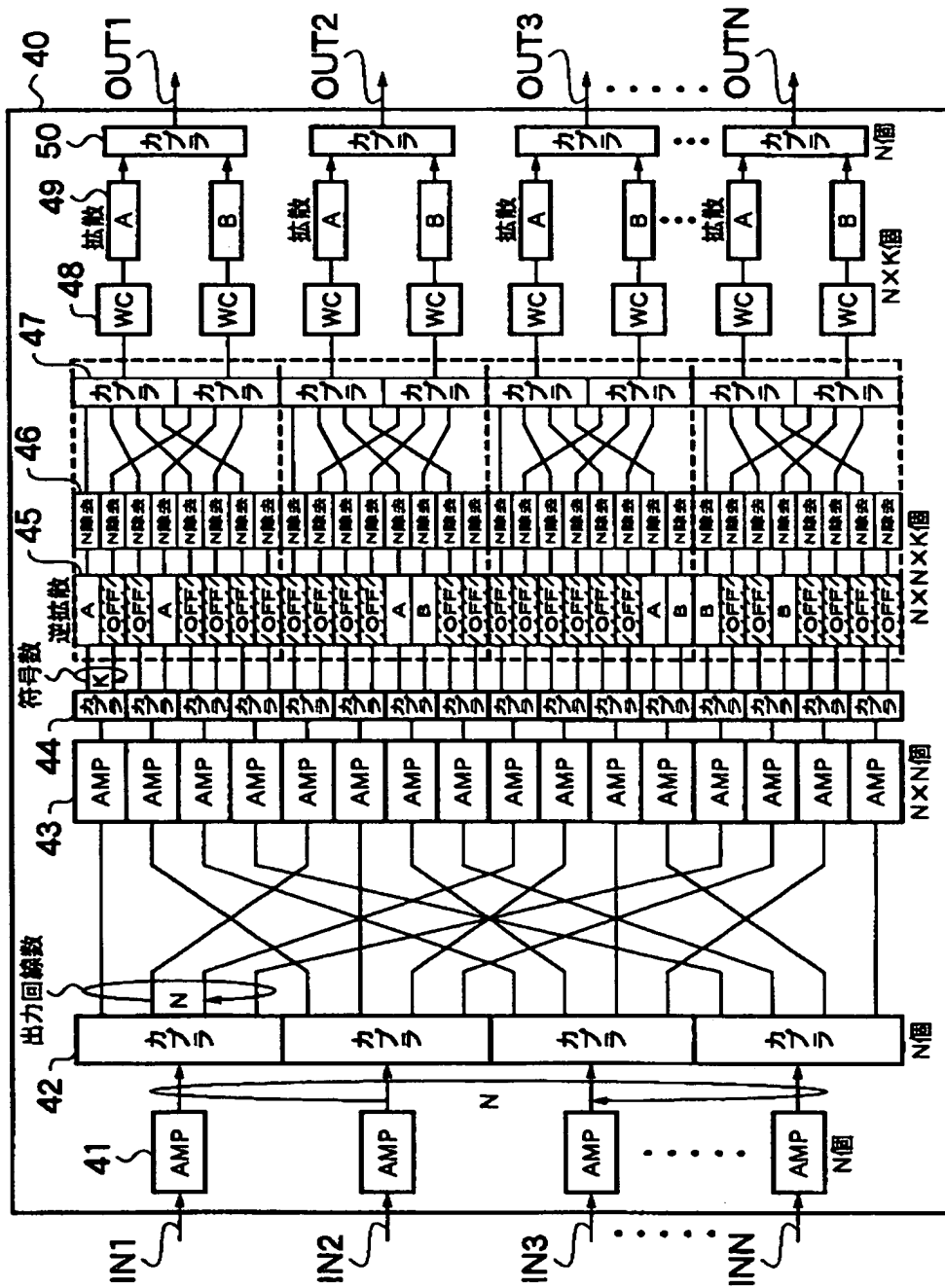
【図12】



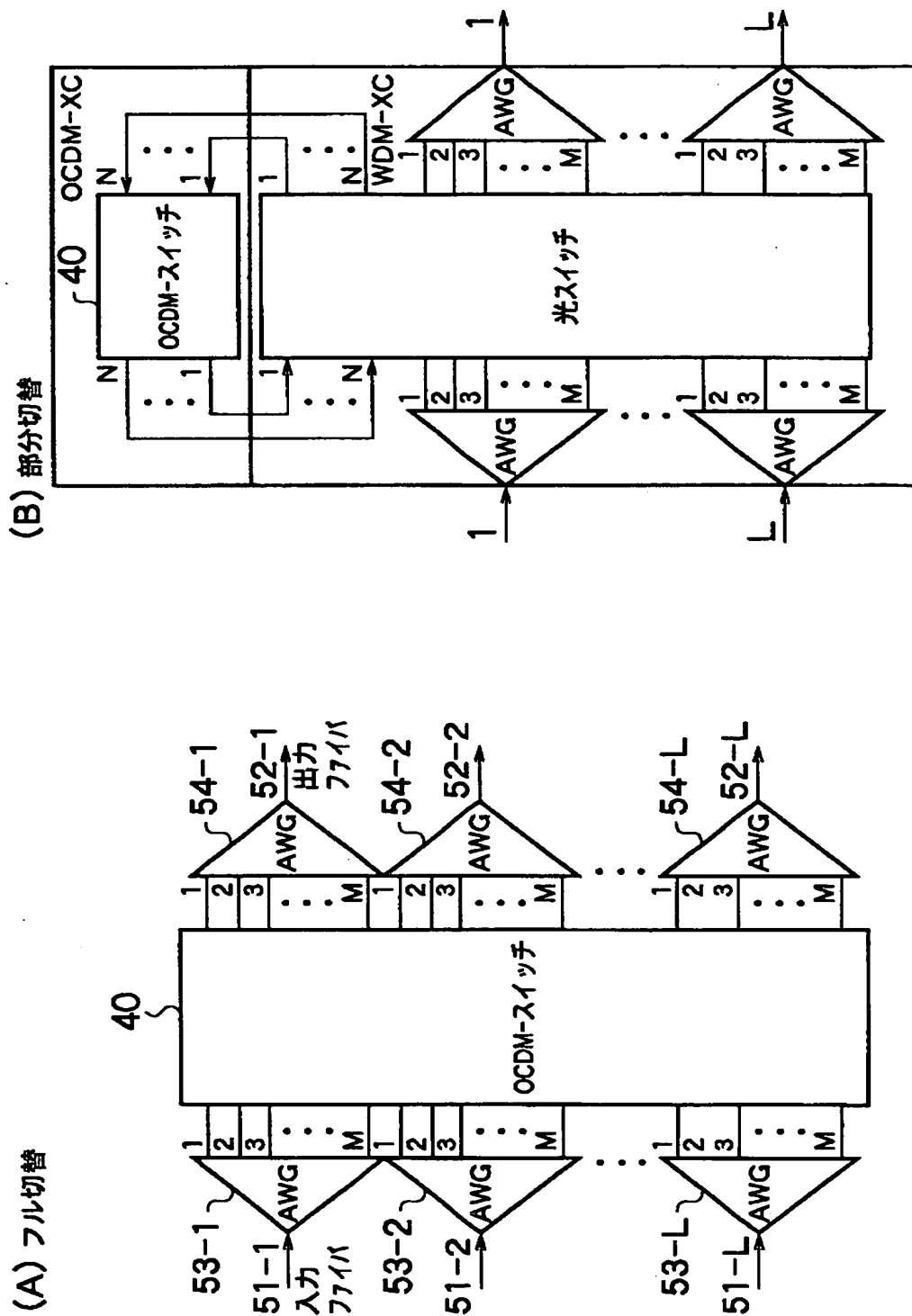
【図 13】



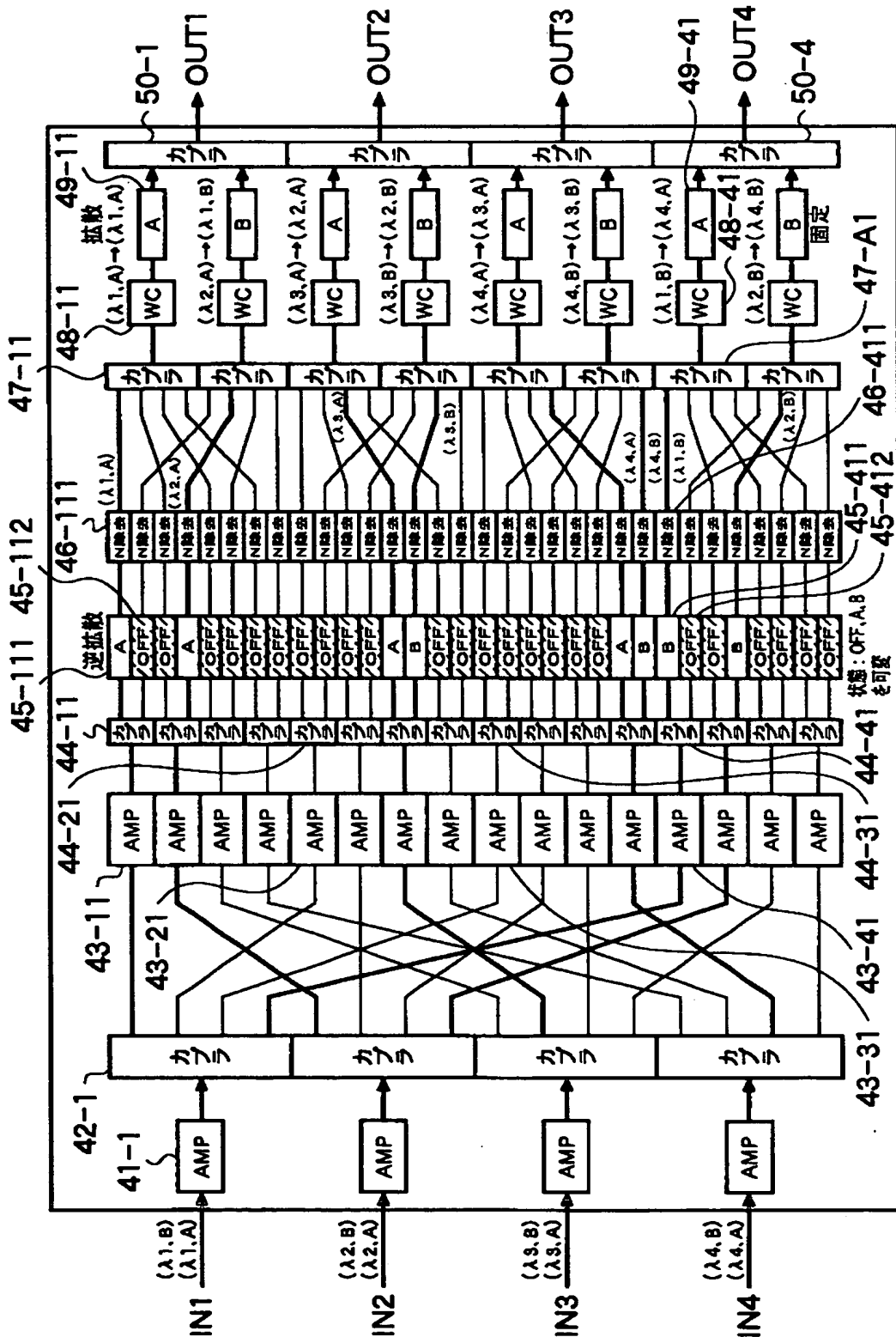
【図 14】



【図15】



【図 16】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 従来より高速に、光経路（パス）を切り替えることができる光パス交換装置を提供する。

【解決手段】 本発明の光パス交換装置は、複数の逆拡散器及び複数の拡散器を所定の対応関係で接続し、符号選択及び又はOFF設定が可能な逆拡散器によって、入力回線から入力された符号多重信号から、所望の符号パス信号の抽出を行い、抽出された符号パス信号を拡散器で新たに符号を付与して出力回線に出力する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000295]

1. 変更年月日	1990年 8月22日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区虎ノ門1丁目7番12号
氏 名	沖電気工業株式会社